САДОВАЯ БИБЛИОТЕКА



Г. А. ВОРОБЕЙКОВ

НИТРАТЫ ВОКРУГ НАС

САДОВАЯ БИБЛИОТЕКА

Г. А. ВОРОБЕЙКОВ

НИТРАТЫ ВОКРУГ НАС

101 ВОПРОС И ОТВЕТ
ДЛЯ САДОВОДОВ, ОГОРОДНИКОВ И ФЕРМЕРОВ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ 1992



ББК 24.23
В 75

В 75 **Воробейков Г. А.**

Нитраты вокруг нас (101 вопрос и ответ). СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. — 64 с.

Избыток нитратов в растительной пище опасен для человека. Особенно вредны нитраты для маленьких детей. Установлено, что от 20 до 70 % овощной продукции содержит нитраты в количестве, превышающем предельно допустимые концентрации. Далеко не всегда получение «занитраченной» продукции вызвано стремлением вырастить максимальный урожай «любой ценой», невзирая на его качество. Чаще это итог слабого знания проблемы нитратов.

О том, как вырастить безнитратные овощи и ягоды, сообщается в брошюре, автор которой — профессор кафедры Петербургского государственного аграрного университета. Информация приведена в форме вопросов и ответов на них, что позволяет получать знания небольшими «порциями» и лучше их усваивать.

Адресована садоводам, огородникам, фермерам и всем, кто заинтересован в производстве и потреблении экологически чистых овощей и ягод.

$$\text{В}\,\frac{1502010200-068}{069(02)-92}$$ Без объявл.

ББК 24.23

ISBN 5-286-01037-7

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы все большее развитие получают коллективное и индивидуальное садоводство и огородничество. Начинают развиваться фермерство, арендный подряд и другие способы хозяйствования, которые, надо надеяться, помогут решить важнейшую проблему снабжения населения нашей страны овощами и фруктами. Уже сегодня с приусадебных участков и коллективных садов Нечерноземной зоны получают до 50 % всего валового производства картофеля, 40—50 % овощей и 70—80 % плодов и ягод.

Однако нередко в выращенных овощах и картофеле обнаруживаются высокие концентрации нитратов. По имеющимся оценкам, от 20 до 70 % овощной продукции содержат нитраты в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации (ПДК). Избыток их в растительной пище опасен для человека. Токсичное воздействие нитратов начинает проявляться при поступлении в организм человека более 5 мг этих соединений на 1 кг массы тела. Особенно опасны нитраты и сопутствующие им нитриты и нитрозамины для детей дошкольного возраста.

Растительная продукция с высоким содержанием нитратов сильнее повреждается болезнями, хуже хранится и менее конкурентноспособна на рынке. Избыток нитратов образуется также в кормах, что ведет к заболеванию животных, снижению их продуктивности и ухудшению качества продукции животноводства.

Основными причинами сверхнормативного накопления нитратов в растительной пище и кормах являются желание получить максимальный урожай любой ценой и грубые нарушения технологии выращивания сельскохозяйственных культур, в том числе ошибки в применении азотных удобрений. Из-за неправильного использования азотных удобрений нитраты не полностью усваиваются растениями, вымываются из почвы, поступают в воду и атмосферу. Вред, наносимый нитратами, начали серьезно учитывать только в последнее десятилетие.

Однако далеко не всегда получение «занитраченной» продукции объясняется стремлением получить максимальный урожай, невзирая на его качество. Нередко избыток нитратов в растительной продукции и питьевой воде — результат плохого знания проблемы нитратов.

Казалось бы, решить эту проблему можно путем снижения доз азотных удобрений, вносимых под выращиваемые культуры, но этот путь неприемлем в своей основе, так как недостаток азота приводит к заметному падению урожая и ухудшению качества продукции за счет уменьшения содержания витаминов, сахаров и других ценных веществ.

Существует другой способ снижения содержания нитратов в растительной продукции и окружающей среде — рациональное, грамотное применение минеральных удобрений и использование широкого комплекса агротехнических мероприятий с учетом биологических особенностей сортов растений и почвенно-климатических условий. Таким образом можно получить растительную продукцию с безопасным уровнем нитратов.

О том, как достичь этого, и рассказывается в этой работе. Для удобства читателей информация о нитратах излагается в виде вопросов и ответов на них, сгруппированных по основным темам. Такая форма изложения позволяет лучше усваивать знания, получая их небольшими «порциями». Если знакомство с поставленными вопросами и ответами на них позволит читателям лучше разобраться в «двуликости» нитратов и поможет им получать высокие урожаи с низким содержанием нитратов, автор сочтет свою задачу выполненной.

Автор не претендует на полноту изложения проблемы нитратов и будет благодарен за все замечания и предложения, высказанные как по излагаемым, так и по не затронутым им вопросам.

НИТРАТЫ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

1. Чем опасны нитраты для здоровья человека?

Нитраты и нитриты — соли азотной (HNO_3) и азотистой (HNO_2) кислот — являются постоянными продуктами обмена азотистых веществ любого растительного и животного организма. В организме человека в сутки образуется и используется в обменных процессах около 100 мг нитратов.

В растениях нитратов накапливается значительно больше, чем в организме животных и человека. Это связано с тем, что для растений нитраты являются основным источником азота. В качестве азотных удобрений широко используются соли азотной кислоты (селитры). Наибольшее распространение в сельском хозяйстве получили: натриевая (чилийская) селитра — $NaNO_3$; калиевая (индийская) селитра — KNO_3; кальциевая (норвежская) селитра — $Ca(NO_3)_2$; аммиачная (аммонийная) селитра — NH_4NO_3.

Нитраты присутствуют практически во всех растительных и животных продуктах. Если в организм человека поступают высокие дозы нитратов, через 4—6 часов появляется тошнота, одышка, посинение кожных покровов и нередко понос. Одновременно ощущается общая слабость, головокружение, боли в затылочной области и сердцебиение. Первая помощь при нитратных токсикозах — обильное промывание желудка, прием активированного угля и солевых слабительных.

Употребление в течение долгого времени пищи и воды с высоким содержанием нитратов вызывает также аллергию, нарушение деятельности щитовидной железы, приводит к возникновению мно-

гочисленных болезней обмена веществ, опорно-двигательного аппарата и нервной системы.

Попадая в кровь, нитраты переводят двухвалентное железо гемоглобина в трехвалентное. Образующийся при этом метгемоглобин красных кровяных телец не способен переносить кислород из легких к тканям. Особенно быстрое превращение гемоглобина в неактивную форму и медленная нормализация функций переноса кислорода наблюдается у детей до 5 лет.

Известно, что в организме человека и животных нитраты способны превращаться в нитриты, которые во много раз токсичнее нитратов. Нитриты способны вступать во взаимодействие с аминами и амидами, являющимися естественными компонентами продуктов питания, в результате чего возможно образование нитрозосоединений, снижающих устойчивость организма к воздействию канцерогенных и мутагенных факторов.

Особенно уязвим для поражения нитратами организм детей дошкольного возраста, а также лиц, страдающих заболеваниями сердечно-сосудистой, пищеварительной и дыхательной системы, беременных женщин и пожилых людей, у которых и без воздействия нитратов наблюдается недостаточная обеспеченность организма кислородом.

2. Чем опасны нитрозосоединения для здоровья человека?

Нитрозосоединения содержатся в пищевых продуктах, воде, воздухе. Они оказывают постоянное воздействие на организм человека и животных. Предшественниками нитрозосоединений являются нитраты, нитриты, амины и амиды. В организм амины и амиды поступают с продуктами питания. В кислой среде желудка и кишечника под воздействием микрофлоры при участии нитритов из амидов и аминов могут образовываться нитрозосоединения. Многие из них обладают способностью вызывать злокачественные опухоли, особенно рак желудка, и лейкоз. Некоторые из них вызывают заболевания печени и других органов. В настоящее время изучена канцерогенность более 120 нитрозосоединений, представленных нитрозаминами и нитрозамидами. Больше всего образуется нитрозодиметиламина и нитрозодиэтиламина.

Выявлен ряд факторов, влияющих на интенсивность образования и токсичность нитрозосоединений. Их канцерогенность может быть усилена присутствием в окружающей среде некоторых химических загрязнителей (пестицидов, анилина, формальдегида, бензола, кадмия). Ингибиторами (тормозителями) реакции нитрозирования являются аскорбиновая кислота, токоферол, лизин, треонин и другие витамины и аминокислоты. Так, опасность этой реакции значительно снижается, если содержание аскорбиновой кислоты в пищевых продуктах превосходит содержание в них нитратов в два раза и более.

В Институте питания АМН СССР проанализировано на загрязнение нитрозосоединениями более четырех тысяч образцов продуктов. Высокое содержание этих соединений обнаружено в

солоде, пиве, мясных и рыбных кулинарно обработанных продуктах. Больше всего их в копченых мясных изделиях и колбасах, приготовленных с добавлением нитритов (до 80 мкг/кг), и копченой рыбе (до 110 мкг/кг). В свежем мясе или рыбе нитрозамины не обнаруживаются или их содержание менее 1 мкг/кг. В молочных сырах после фазы ферментации концентрация нитрозаминов достигает 10 мкг/кг. В пиве содержание их может достигать 12 мкг/л.

Среди культурных растений меньше всего нитрозаминов содержит пшеница, а больше всего свекла. Среди дикорастущих растений высокое содержание их обнаружено в череде, пустырнике и шалфее.

К избыточному образованию нитрозаминов в растительных продуктах приводит использование высоких доз азотных удобрений. Неблагоприятные погодные условия также усиливают их накопление в растениях. Основной путь снижения образования нитрозаминов в организме человека — уменьшение содержания нитратов и нитритов в продуктах питания и воде.

3. Каков допустимый уровень поступления нитратов и нитритов в организм человека?

Смертельная доза нитрата калия для взрослого человека составляет 15—30 г, нитрата натрия — 10 г. Однако летальный исход может наступить при попадании в организм и меньших количеств нитратов. Допустимое (безопасное) поступление нитратов в организм человека составляет 5 мг на 1 кг массы тела. В среднем суммарное поступление нитратов с пищей и водой в организм человека не должно превышать 320 мг в сутки. Суточная доза нитритов не должна быть выше 9 мг на человека.

Поступление нитратов и нитритов в ослабленный организм, а также в организм детей и беременных женщин должно быть более низким. По расчетам Киевского научно-исследовательского института гигиены питания, максимально недействующая (безопасная) доза нитратов для детей грудного возраста должна составлять не более 1,89 мг на 1 кг массы ребенка.

4. Какое количество нитратов поступает в организм человека с разными продуктами питания?

Больше всего нитратов в организм человека поступает с овощами и картофелем — на них приходится 60—80 % суточного поступления нитратов. С мясными и некоторыми молочными продуктами поступает 10—15 % нитратов. В молоке, фруктах, хлебе, крупах, макаронах содержание нитратов невысоко.

Количество нитратов, поступающих в организм человека, сильно колеблется в зависимости от района, времени года, традиций и других факторов. Суточное потребление нитратов в нашей

стране 150—350 мг на человека. В Молдове большинство сельских жителей потребляет около 500 мг нитратов в сутки, причем около половины этого количества приходится на нитраты воды.

В Германии 83 % населения потребляет менее 220 мг нитратов в сутки. В ЧСФР на каждого человека приходится около 150 мг нитратов, из них на овощи приходится 50 %, на картофель 25 %, мясо-рыбные продукты 9 % и воду 10 %.

5. Как уменьшить поступление нитратов в организм человека?

Поскольку основное количество нитратов поступает в организм человека с продуктами растительного происхождения, получение этой продукции с низким содержанием нитратов является наиболее эффективным способом уменьшения их поступления. Второе место по значимости воздействия на организм человека занимают нитраты, поступающие с водой. Это обосновывает необходимость принятия мер по снижению содержания нитратов в питьевой воде.

Другой способ уменьшения поступления нитратов в организм человека связан с кулинарной обработкой растительных продуктов. Дело в том, что нитраты в растениях находятся в водорастворимом состоянии и потому легко вымываются из них (даже во время дождя часть нитратов вымывается из листьев). Используя это свойство нитратов, можно уменьшить их содержание в овощах и картофеле.

Выдерживание огурцов, корнеплодов, картофеля, особенно очищенного от кожуры, а также листовых овощей в воде в течение 6—12 часов уменьшает содержание нитратов на 20—40 % и более. При варке количество нитратов в картофеле снижается на 30—50 %, в моркови и капусте на 20—70 %, брюкве на 50—60 %, свекле на 40—50 %. Отвар не рекомендуется использовать в пищу, так как нитраты могут содержаться в нем в высокой концентрации.

Снижение содержания нитратов в растительных продуктах при варке (кипячении) и других термических воздействиях происходит не за счет разрушения нитратов как химических соединений, а за счет их более интенсивного выхода из поврежденных и убитых клеток.

При варке на пару интенсивность выхода нитратов меньше, чем при варке в воде. Следует учитывать, что при длительной варке или выдерживании в воде вымываются не только нитраты, но и ценные вещества (витамины, сахара, калий и др.), а это снижает питательную ценность продукта.

При жарении картофеля, капусты и других растительных продуктов концентрация нитратов не меняется или возрастает за счет подсушивания продукта и уменьшения содержания в нем воды.

Засолка, квашение, маринование снижают концентрацию нитратов в продуктах на 20—60 % и более. Однако при засолке огурцов и использовании больших количеств зеленых специй (укроп, петрушка, сельдерей, хрен), имеющих высокое содержание нитратов, концентрация нитратов в солении снижается мало.

Вот как изменяется содержание нитратов в капусте в процессе квашения:

Сутки после закваски	Нитраты, мг/кг массы	
	капуста	рассол
1	363	71
2	303	68
3	290	45
4	190	58
5	171	40
6	155	53
7	148	58

Консервирование фруктов и овощей сахаром мало влияет на содержание нитратов. В вяленых и сушеных продуктах концентрация нитратного азота сильно возрастает. В моркови, петрушке, луке репчатом содержание нитратов может повыситься в несколько раз. При изготовлении сока ягод и плодов концентрация нитратов в готовом продукте возрастает.

6. Как уменьшить токсичность нитратов, поступивших в организм человека?

Высокое содержание аскорбиновой кислоты и клетчатки в овощах снижает токсичность нитратов. Для предотвращения перехода нитратов в нитриты рекомендуется добавлять к готовому продукту аскорбиновую кислоту (витамин С) из расчета 200 мг на 1 кг продукта.

С целью уменьшения токсичности нитратов, поступивших в организм человека, целесообразно использовать в питании молочнокислые продукты, содержащие молочную кислоту, витамины (аскорбиновую и фолиевую кислоты, пиридоксин, токоферол, каротин), аминокислоты (метионин, цистеин, лизин, треонин) и пектины. Эти вещества связывают нитриты и замедляют их взаимодействие с аминами и амидами.

СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА И ПРЕВРАЩЕНИЕ НИТРАТОВ В РАСТЕНИЯХ

7. Какое количество азота содержится в растениях?

В сухой массе растений в среднем содержится 1,5 % азота. Богаче всего азотом семена: их сухое вещество содержит от 1,5 до 6,0 % азота. В вегетативных органах азота содержится меньше, 0,5—3,0 %. Для формирования 1 кг сухого вещества растения потребляют 10—30 г азота.

Содержание азота в сырой массе хозяйственно-ценных органов растений составляет в клубнях картофеля 0,32 %; в капусте белокочанной 0,25—0,33 %; в кабачках, баклажанах, брюкве, свекле, томатах 0,2 %; в моркови 0,18 %; огурцах 0,12 %; горошке зеленом 0,9 %; чесноке 1,1 %.

8. В какой форме содержится азот в растениях?

Азот входит в состав аминокислот, белков, амидов, нуклеиновых кислот, хлорофилла, алкалоидов, некоторых витаминов, гормонов и других органических веществ. Основное количество его сосредоточено в белках. На долю азота в белках приходится от 14,7 до 19,5 % азота (в среднем 16 %).

В созревших семенах 90 % и более азота содержится в белковых веществах и лишь до 10 % входит в состав небелковых азотсодержащих соединений. В белках, аминокислотах, амидах и других органических веществах азот находится в восстановленной форме (NH_2—, —NH—). Меньшая часть азота находится в окисленной форме (нитрат-ион, нитрит-ион). Окисленный азот не входит в состав основных органических веществ (аминокислот, белков, нуклеиновых кислот). Он вовлекается в обмен веществ после превращения его в восстановленную форму (NH_3).

9. Какое количество азота потребляют растения для формирования урожая?

Для формирования 100 кг урожая растения потребляют (выносят из почвы) такое количество азота (г): картофель 500; капуста 250—330; томаты 260—300; огурцы 120—150; свекла столовая 300—350; морковь 200—250; лук репчатый 170—250; баклажан 150—200; перец сладкий 200; салат 180—220.

10. В какой форме азот поступает в растения?

Основным источником азота для растений являются ионы аммония (NH_4^+) и нитрата (NO_3^-). Кроме того, усваивается амидный азот из мочевины. В небольших количествах растения способны потреблять почвенный азот в виде нитритов (NO_2^-) и некоторых аминокислот (аспарагин, гликогол и другие). Последние не играют заметной роли в азотном питании растений. Исключение составляют насекомоядные растения (росянки, жирянки, пузырчатки и др.), которые расщепляют белки пойманных насекомых до аминокислот и используют их азот и другие минеральные элементы.

11. Как влияет недостаток азота на величину урожая и его качество?

Азот является важнейшим элементом питания, определяющим величину урожая. Именно азотные удобрения играют решающую роль в повышении урожая, особенно если растения обеспечены водой. На долю азотных удобрений приходится около 60 % общей прибавки урожая, получаемой за счет внесения минеральных удобрений. На многих видах почв внесение фосфорных и калийных удобрений без внесения азотных не дает заметного увеличения урожая.

Низкая обеспеченность растений азотом не только приводит к недобору урожая, но и ухудшает его качество: падает содержание в продукции белка и незаменимых аминокислот (лизина, метионина, триптофана и др.). Кроме того, снижается содержание в продукции витаминов. Так, у капусты и томатов в условиях азотного дефицита снижается содержание аскорбиновой кислоты, у моркови уменьшается содержание каротина (в 1,2—1,5 раза).

12. Как влияет избыток азота на величину урожая и его качество?

При обильном азотном питании у растений усиленно развиваются вегетативные органы, но замедляется поступление углеводов и других органических соединений из листьев в потребляющие органы (корни, клубни, плоды). Срок вегетации растений удлиняется, что ведет к изменению сроков уборки урожая. Продуктивность таких растений может быть не выше, чем при использовании умеренных доз минерального азота.

При избыточном азотном питании растений в их тканях увеличивается содержание нитратного азота. Полученная продукция хуже хранится, легче подвергается воздействию инфекций и теряет свои технологические качества. Например, капуста, огурцы и томаты содержат меньше сахаров. При сквашивании таких овощей медленнее развивается молочнокислое брожение, качество заквашивания и засолки снижается, вкус полученной продукции ухудшается. При консервировании овощей в металлических банках нитраты вызывают коррозию металла, что приводит к образованию токсичных соединений.

13. Для чего нужны растениям нитраты?

Нитраты – основной источник минерального азота для растений. Они могут без вреда для себя накапливать высокие концентрации нитратов. Другой формой минерального азота, доступного для растений, является аммоний. Поглощение растениями, особенно молодыми, больших количеств аммония может быстро вызвать у некоторых видов аммиачное отравление.

При выращивании растений в естественных условиях даже при внесении безнитратных форм азотных удобрений (мочевина, сульфат аммония, углекислый аммоний, хлористый аммоний, аммиачная вода) их корневая система поглощает из почвы нитратного азота в несколько раз больше, чем аммонийного. Это связано с тем, что поступивший в почву аммонийный азот постепенно превращается (окисляется) под действием нитрифицирующих бактерий в нитриты и затем в нитраты. Таким образом, нитраты являются основной формой азотного питания растений. Содержание нитратов в растениях является показателем обеспеченности их азотом. На этом основана диагностика азотного питания сельскохозяйственных культур, позволяющая регулировать его в течение всего вегетационного периода.

14. Что происходит с нитратами в растениях?

Азот, поступивший в растения в виде нитратов, не вступает во взаимодействие с органическими веществами и не входит в состав белков и других органических соединений. Прежде чем вступить во взаимодействие с ними, нитраты должны быть восстановлены до аммиака. Процесс восстановления нитратов регулируется ферментами. Ключевым ферментом в цепи восстановления нитратов является нитратредуктаза. С помощью этого фермента нитраты восстанавливаются до нитритов. Затем включается в процесс другой фермент — нитритредуктаза. Активность этого фермента в 5—20 раз выше, чем активность первого. Это способствует тому, что в тканях не накапливаются нитриты, которые в отличие от нитратов токсичны для растений.

Конечный продукт восстановления нитратов — аммиак. Он взаимодействует с кетокислотами и альдегидокислотами, в результате чего образуются первичные аминокислоты, а также амиды (аспарагин, глютамин). Они играют важнейшую роль в синтезе новых аминокислот, белка и других органических соединений.

Поступивший в корни или образовавшийся там аммиак в течение очень короткого времени включается в состав более двадцати пяти различных органических соединений.

15. Может ли в растениях происходить образование нитратов из аммиака?

В растениях может происходить образование нитратов из восстановленных форм азота. Один путь образования связан с гидролизом запасных белков, происходящем при прорастании семян, и окислением образовавшегося аммиака до нитратов, которые позже вновь восстанавливаются и используются для построения новых белков.

Другой путь образования нитратов связан с детоксикацией аммиака. При накоплении в тканях растений аммиака в избы-

точных количествах, что происходит в результате интенсивного поступления аммония из почвы или гидролиза белковых веществ при перегреве растений, проявляется его токсичность. Превращение аммиака в нитратную форму направлено на предотвращение аммиачного отравления путем перевода его в нетоксичное соединение. Указанные источники эндогенного образования нитратов не играют заметной роли в накоплении нитратов в растительной продукции.

16. В какой части растения происходит восстановление нитратов до аммиака?

Основным местом восстановления нитратов являются корни и листья. У разных видов растений активность протекания этого процесса неодинакова. Выделяют три группы растений, корни и листья которых имеют разную способность к восстановлению нитратов.

I группа – растения, корневая система которых обладает высокой способностью к восстановлению нитратов. Сюда относятся многие бобовые растения (фасоль, горох) и ряд злаковых растений. Плодовые деревья (яблоня, груша, слива, вишня и др.) также восстанавливают нитраты в корнях. Из дикорастущих растений высокая способность восстанавливать нитраты до аммиака в корнях наблюдается у брусники, голубики, черники, морошки, костяники. Поступление азота из корней этих растений происходит в восстановленной форме, поэтому содержание нитратов в надземных органах у них невысокое.

II группа – растения с низкой способностью восстановления нитратов в корнях. У них азот поступает из корней в листья в виде нитратов. Ткани таких растений могут иметь высокое содержание нитратов. К этой группе относятся свекла, огурцы, морковь, капуста, салат, шпинат и другие листовые овощи.

III группа растений – промежуточная, у которой восстановление нитратов идет с одинаковой скоростью в корнях и листьях. К этой группе относятся многие сельскохозяйственные растения. Восстановление нитратов происходит у них также в стеблях, но нитратвосстанавливающая активность у стеблей обычно ниже, чем у корней или листьев.

Сравнительная оценка различных видов овощных, ягодных и плодовых культур по способности восстанавливать нитраты еще не закончена. Появляются все новые данные о влиянии сорта и возраста растений на восстановление нитратов в разных органах. Установлена также неоднозначность реакции растений на внешние воздействия, в результате чего нитратвосстанавливающая активность органов меняется в разной степени.

ЗАВИСИМОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ ОТ ВИДА И СОРТА РАСТЕНИЙ

17. Как зависит содержание нитратов от вида растений?

В зависимости от вида растений содержание нитратов в их тканях различается в десятки и даже сотни раз. Больше всего нитратов накапливают растения, принадлежащие к семействам капустных, сельдерейных, маревых и сложноцветных. Свекла столовая, редька белая, капуста пекинская, шпинат могут накапливать 3000—5000 мг нитратов на 1 кг сырой массы. Потребление 100 г такой продукции дает организму суточную дозу нитратов.

Значительно меньше нитратов накапливается в семенах злаковых и бобовых растений, в клубнях и плодах пасленовых (картофель, томаты, перцы), а также плодах представителей семейства розоцветных (яблоня, груша, вишня и др.). Содержание нитратов у них колеблется от нескольких десятков до нескольких сотен миллиграммов на 1 кг сырой массы продукции.

18. Изменяется ли содержание нитратов в продукции в зависимости от сорта растений?

Сравнительный анализ содержания нитратов в разных сортах одного вида растений выявляет значительные различия. Так, в зависимости от сорта содержание нитратов изменяется у моркови в 4—5 раз, у редиса в 2—3,5 раза, у патиссона в 1,5—6,5 раза. Одной из общих причин различия в накоплении нитратов в зависимости от сорта является разная продолжительность вегетации. Скороспелые сорта обладают более высокой способностью к накоплению нитратов, чем средне- и позднеспелые. Например, содержание нитратов в различных сортах картофеля увеличивается от позднеспелых к среднепозднеспелым (Лорх, Темп, Петринский), среднеспелым, среднеранним (Гатчинский, Невский, Огонек, Пригожий) и ранним сортам (Домодедовский).

К другим причинам различия в накоплении нитратов у разных сортов относится интенсивность поглощения нитратов из почвы, скорость восстановления их до аммиака и включения в органическое вещество.

Сортовая специфика накопления нитратов в продукции начинает все шире учитываться в селекции. Одним из диагностических показателей для отбора перспективных образцов растений с целью создания сортов с низким содержанием нитратов является высокий уровень активности фермента нитратредуктазы

19. Каков средний уровень содержания нитратов в хозяйственно ценной части растений?

Пределы колебаний и средний уровень содержания нитратов растительной продукции зависят от многих внешних и внутренних факторов. Вместе с тем накопление нитратов различными сельскохозяйственными растениями носит наследственно закрепленный характер.

Ниже представлены обобщенные данные исследований содержания нитратов (мг/кг сырой массы) в различных сельскохозяйственных растениях: арбузы 10—600; баклажаны 28—30[illegible] (среднее 162); брюква 400—550; горошек зелёный 20—80; горчица салатная 1700—2500; дыня 40—500; капуста бело[illegible]ная 120—1200 (490); капуста цветная 10—320 (145); капуста хибинская 2130—6310 ([illegible]); капуста пекинская 480—[illegible] (3450); капуста кольраби 160—2700; кабачок 400—700; [illegible]фель 40—980; кориандр [illegible] ([illegible]); кресс-салат [illegible]—3890 (2970); [illegible]; лук-перо, открытый [illegible] 46—282 (149); [illegible] грунт 690—2870 (840); [illegible]батун 70—250 (138); [illegible] 106—389 (203); морковь столовая 100—720 (350); огурец, открытый грунт 120—180 (160); огурец, закрытый грунт [illegible] (516); патиссоны 160—900; перец сладкий 13—240 (66); [illegible], корень 35—510 (180); петрушка, лист 107—4460 (1639); [illegible]—2400; редька черная [illegible]—1800; редис 1620—4070 ([illegible]); [illegible] 600—900; салат 850—57[illegible] (3300); свекла столовая 200—[illegible] (1470); свекла листовая 200—3280 (2680); сельдерей, корень 34—850 (438); сельдерей, лист 160—4460 (2930); томат 10—[illegible] ([illegible]); тыква 300—1300; укроп 120—2230 (1020); чеснок 112—262 (179); шпинат 120—2230 (1020); [illegible] 240—400.

20. Каковы предельно допустимые концентрации нитратов в растительных продуктах?

Для основных продуктов растительного происхождения установлены санитарно-гигиенические нормативы - предельно допустимые концентрации (ПДК) нитратов, которые были утверждены Министерством здравоохранения СССР в 1988 г.

Эти нормативы используются для учета возможного поступления нитратов в организм человека с разными овощами, составления рационов, а также при проведении агротехнических работ, особенно для определения доз азотных удобрений, не вызывающих повышения содержания нитратов в растениях.

Содержание нитратов в растительной продукции, используещейся человеком в пищу или идущей на корм животным, является показателем ее качества. Содержание нитратов выражается в миллиграммах на 1 кг растительной продукции (в сырой или сухой массе).

Приводим допустимые уровни содержания нитратов (в мг/кг сырой массы) для растительной продукции, полученной в открытом грунте: картофель — 250; капуста белокочанная ран[illegible]

(до 1 сентября) — 900; капуста белокочанная поздняя — 500; морковь ранняя (до 1 сентября) — 400; морковь поздняя — 250; томат — 150; огурец — 150; свекла столовая — 1400; лук репчатый — 80; лук-перо — 600; листовые овощи (салаты, шпинаты, щавель, капуста салатная, петрушка, сельдерей, кориандр, укроп) — 2000; дыни — 90; арбузы — 60; перец сладкий — 200; кабачки — 400; виноград столовых сортов — 60; яблоки — 60; груши — 60; продукты детского питания (овощи консервированные) — 50.

ПДК для растительных продуктов, полученных в защищённом грунте: томаты — 300; огурцы — 400; лук-перо — 800; листовые овощи — 3000; перец сладкий — 400; кабачки — 400.

Если содержание нитратов в растительной продукции выше ПДК, она бракуется и не должна употребляться в пищу.

21. Какой уровень ПДК нитратов установлен для овощей в других странах?

Предельно допустимые концентрации нитратов, установленные для овощей в других странах, могут значительно отличаться от наших. В Швейцарии допустимое содержание нитратов для кочанного салата составляет 3000 мг/кг, в Нидерландах для салата и шпината 4000 мг/кг. В Австралии обсуждается вопрос о введении ПДК нитратов в листовых овощах на уровне 3500, в корнеплодах 1500 мг/кг сырой массы. В Германии допускается содержание нитратов в корнеплодах столовой свеклы 3000, в США — 3600 мг/кг сырой массы.

В Болгарии с 1988 года приняты следующие предельно допустимые концентрации нитратов в овощах (в мг/кг сырой массы): томаты, огурцы, фасоль — 150, баклажаны — 300; морковь — 400; лук зеленый, капуста белокочанная, кабачки — 500; салат, шпинат — 1200; редис — 1500.

В ЧСФР установлен уровень условно допустимых концентраций нитратов в овощах, который на 20 % (для одной группы овощей) и 50 % (для другой группы овощей) выше ПДК. Использовать в пищу овощи с условно допустимой концентрацией нитратов можно только после специальной обработки, снижающей содержание в них нитратов. Эти овощи не должны использоваться для детей моложе 15 лет. Овощи, содержание нитратов в которых превышает условно допустимый уровень, считаются непригодными для употребления в пищу.

22. Имеются ли региональные нормативы содержания нитратов в растительной продукции?

В нашей стране имеются региональные нормативы содержания нитратов в растительной продукции. Их ПДК, как правило, ниже союзных и они имеют право на существование только в пределах конкретного региона.

В Эстонии утверждены в 1987 году следующие допустимые уровни содержания нитратов (в мг/кг сырой массы): брюква

100; редис — 1500; редька — 1300; репа — 700; ревень 140; тыква — 120; цветная капуста — 400; шпинат — 1200; сельдерей 2000.

В Белоруссии в 1988 году приняты следующие нормативы (мг/кг сырой массы): капуста белокочанная — 400; морковь 200; томат — 100; лук-перо — 400, шеговые овощи и редис 1500; баклажаны и патиссоны — 400. Для картофеля, используемого для пищи, установлен предел содержания нитратов 150 мг/кг.

На Украине допустимые уровни содержания нитратов в раннем картофеле 240 мг/кг, в позднем 120 мг/кг, что в два раза ниже всесоюзного уровня. Для капусты, укропа, петрушки и других овощей разработаны более жесткие нормативы, которые значительно ниже всесоюзных.

23. Какое количество нитратов содержится в плодах и ягодах?

По данным Белорусского научно-исследовательского института плодоводства, 75 % подвергнутых анализу яблок накапливали нитратов до 25 мг/кг, груш — до 12,5 мг/кг сырой массы. Содержание нитратов в плодах и ягодах больше определялось влиянием погодных условий, чем сортовыми различиями. Недозревшие плоды и ягоды имели более высокое содержание нитратов, чем вызревшие.

Приводим данные о содержании нитратов в плодах и ягодах различных культур (мг/кг сырой массы): абрикос 13—24; барбарис 40—50; виноград 13—30, вишня 20—47; груша 7—26; калина 20—54; клубника 21—51, крыжовник 21—63; малина садовая 14—30; облепиха 25—40, рябина 23—35; слива 13—36; смородина чёрная 17—35; смородина красная 21—31; черешня 15—38; шиповник 18—30; яблоки 9—38.

24. Каково содержание нитратов в лекарственных растениях?

Значительные концентрации нитратов характерны для некоторых видов дикорастущих растений, используемых как лекарственные. К ним относятся растения из семейства крапивных (крапива двудомная), подорожниковых (подорожник большой, подорожник ланцетолистный), сложноцветных (мать-и-мачеха обыкновенная, одуванчик лекарственный), губоцветных (мята перечная) и др. При значительном содержании нитратов в используемых частях этих растений они могут быть дополнительным источником поступления нитратов в организм человека.

При выращивании лекарственных растений на садовых участках и избыточном применении минерального азота и органических удобрений содержание нитратов в листьях увеличивается в 1,5—2 раза и более.

Приведем данные исследований содержания нитратного азота в некоторых видах дикорастущих лекарственных трав, проводившихся белорусскими учеными:

Зак. 159

Вид растения	Содержание нитратного азота, мг на 100 г сухого вещества	Вид растения	Содержание нитратного азота, мг на 100 г сухого вещества
Аир обыкновенный, корневище	4,0	Крапива двудомная	264,1
Багульник болотный	5,9	Ландыш майский, листья	33,1
Бессмертник	21,4	Липа мелколистная, цветки	15,2
Брусника, лист	11,7	Мать-и-мачеха	51,6
Вахта трехлистная	13,2	Мята перечная	87,1
Вереск обыкновенный	8,9	[illegible]	22,9
Голубика	13,2	Пижма обыкновенная	31,7
Девясил высокий	22,9	Подорожник большой	109,0
Душица обыкновенная	28,2	[illegible]	13,6
Земляника лесная:		[illegible]	15,5
лист	[illegible]	[illegible] обыкновенный	15,5
ягода, сырое вещество	1,1	[illegible]	15,3
ягода, сухое вещество	7,7	[illegible]	11,1
Зверобой продырявленный	8,9	Черника:	
Костяника обыкновенная	12,0	лист	8,3
Клюква болотная:		ягода, сырое вещество	0,5
лист	5,2	ягода, сухое вещество	5,2
ягода, сырое вещество	0,6		
ягода, сухое вещество	5,6		

Примечание. Для перевода нитратного азота в нитраты следует умножить приведенную цифру на коэффициент 4,43

25. Какое количество азотистых веществ содержится в грибах?

Общее содержание азота в грибах составляет обычно [illegible] 8 % сухой массы. Около 70—85 % азота включено в состав бел[illegible]вых веществ. В сушеных грибах белка содержится 15—40 %, в [illegible] свежих 1,5—5 %. В белых грибах и шампиньонах содерж[illegible] 30—40 % белка, в лисичках 20—25 %, в зеленушках и рядовк[illegible] еще меньше. В шляпке азота, белка, аминокислот, витамин[illegible] и других ценных питательных веществ содержится больше [illegible] в ножке.

Некоторые виды грибов (шампиньоны) имеют высокое [illegible]держание мочевины (3—5 % и выше). С возрастом во всех [illegible]бах увеличивается содержание мочевины и других проду[illegible] распада белковых веществ, в том числе аминов, пептидов [illegible]рые могут быть токсичными. Поэтому опасность отравления [illegible]рыми грибами возрастает.

Содержание нитратов в грибах относительно невелико. В шампиньонах концентрация [illegible] 200 мг/кг сырой массы [illegible] сопоставимо с содержанием нитратов в клубнях картофел[illegible] Наибольшее содержание [illegible]ется в нижней трети нож[illegible] В других частях гриба [illegible]рация нитратов в 1,5—2 ра[illegible] меньше.

В шляпках подосиновиков, [illegible]сичек, сыроежек, горькуш[illegible] серушек, говорушек, собранных в лесах Карельского перешейка содержание нитратов колеблется от 30 до 60 мг/кг сырой массы.

В высушенных грибах содержание нитратов на единицу мас[illegible]сы значительно больше, чем в сырых. При вымачивании, отвари[illegible]вании и солении грибов содержание в них нитратов значительн[illegible] уменьшается.

26. Каково содержание нитратов в табачных изделиях?

В сухих листьях табака содержание химических веществ в зависимости от сорта колеблется в широких пределах: общий азот 2,2—3,7 %, никотин 0,5—5,0 %, белки 7—12 %, углеводы [illegible] 12 %, эфирные масла 0,1—1,5 %, полифенолы 3—7 %. В листь[illegible] накапливаются также значительные количества нитратного аз[illegible] В процессе курения, когда при затяжке развивается высо[illegible] температура, происходит образование токсичных веществ [illegible] и закиси азота. Закись азота («веселящий газ») при вдых[illegible] вызывает состояние легкого опьянения и действует наркотическ[illegible] Существует определенная зависимость между содержани[illegible] нитратов в табаке и количеством закиси азота, образующейся п[illegible] курении.

В сигаретах и папиросах различных марок содержится [illegible]дующее количество нитратов (в мг/100 г сухого веществ[illegible]

«Золотое руно» — 163; «Дымок» — 173; «Ява» — 190; «Беломор канал» — 302; «Стюардесса» — 177; «Визант» — 261

27. Можно ли по внешнему виду растительной продукции установить содержание в ней нитратов?

Определить по внешнему виду содержание нитратов в овощах и фруктах трудно или вообще невозможно. У вегетирующих растений по интенсивности зеленой окраски листьев и черешков, особенно нижних ярусов, можно лишь ориентировочно указать пределы содержания нитратов. При осмотре клубней картофеля, корнеплодов, плодов и ягод это сделать еще труднее. Замечено, что корнеплоды моркови одного сорта, но имеющие более яркую окраску, содержат нитратов меньше, чем корнеплоды, окрашенные менее интенсивно. Зеленые стручки фасоли содержат нитратов больше, чем желтые. Сходная зависимость между окраской и содержанием нитратов наблюдается у перцев.

28. Какие современные методы используются для определения содержания нитратов?

Содержание нитратов, нитритов и нитрозаминов определяется при помощи колориметрических, спектрометрических, ионометрических и хроматографических методов. При массовых анализах растений на содержание нитратов используется потенциометрический метод, основанный на применении ионселективных электродов, позволяющих быстро и точно проводить анализы вытяжек из свежего и сухого растительного материала.

Существует несколько экспресс методов определения содержания нитратов, доступных для садоводов и фермеров. Основой одного из них является взаимодействие клеточного сока с однопроцентным раствором дифениламина в концентрированной серной кислоте. Заключение о содержании нитратов делается путем сравнения интенсивности появившейся окраски со шкалой.

Использование бумаги «Индам» позволяет получить информацию о нитратах в продукции за две минуты. На эту бумагу в виде небольших таблеток нанесен чувствительный состав, вступающий в реакцию с нитратным и нитритным азотом, который содержится в соке растений. В зависимости от концентрации этих форм азота таблетка меняет цвет от белого (светло-серого) до малиново-красного. Для определения наличия нитратов в продукции свежий срез растения прикладывают на 5 секунд к таблетке и через минуту оценивают интенсивность ее окраски.

Количественное определение содержания нитратов проводят путем сравнения цвета диска таблетки с оценочной шкалой. С помощью этого или аналогичных методов можно быстро определить содержение нитратов во многих овощных, ягодных и плодовых культурах. Исключение составляет свекла, морковь и другая

растительная продукция, которая имеет ярко окрашенный сок, мешающий определению.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ПОГОДНЫХ ФАКТОРОВ НА СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ

29. Какое число факторов может влиять на содержание нитратов в растениях?

Насчитывается около 30—40 факторов, влияющих на накопление нитратов в потребляемой продукции. Таким образом, содержание нитратов является суммарным отражением действия факторов, влияющих на жизнедеятельность растений. Устанавливать дозы азотных удобрений, не вызывающие излишнего накопления нитратов в продукции, следует также с учетом многих факторов, влияющих на этот процесс. Однако при определенных условиях какой-то один из них может стать решающим. В практической деятельности следует воздействовать в первую очередь на те факторы, влияние которых особенно значительно и которые наиболее доступны для регулирования.

30. В чем заключается основная причина избыточного накопления нитратов в растениях?

Основной причиной избыточного накопления нитратов в растениях является интенсивное поступление минерального азота в виде нитратов и неполное вовлечение их в обмен веществ. Не использованные нитраты накапливаются в различных вегетативных органах, отчего возникает значительное превышение их запаса над потреблением.

Один из основных источников избытка нитратов в продукции растениеводства — использование чрезмерно высоких доз азотных и органических удобрений или поздние подкормки азотом. При избыточном поглощении нитратов одна их часть восстанавливается до аммиака и включается в состав органических веществ, а другая накапливается в стеблях, черешках, листьях и др. вегетативных органах

31. В каких частях растения содержится больше нитратов?

В различных частях растения содержание нитратов неодинаково. Это необходимо учитывать при использовании растительных продуктов в пищу, особенно для детского питания. При

нормальном снабжении растений азотом содержание нитратов больше в молодых листьях, чем в прекративших рост. В стеблях и черешках их больше, чем в листовых пластинках. Это следует помнить при использовании в пищу листовых овощей (салат, шпинат, щавель и др.). У капусты самую высокую концентрацию нитратов имеет кочерыжка. Внутренние и внешние листья кочана содержат в 2—5 раз больше нитратов, чем средние. Количество нитратов убывает от основания листа к верхушке. В жилке листа нитратов в 2—3 раза больше, чем в листовой пластинке.

В мякоти клубней картофеля нитратов содержится меньше, чем в его кожуре и сердцевине. У патиссона, огурца, кабачка и тыквы больше всего нитратов накапливается около плодоножки, поэтому при употреблении в пищу эту часть плода следует удалять. У огурца содержание нитратов в разных плодах одного растения может различаться в 1,5—2 раза, причем в молодых, растущих огурцах нитратов меньше, чем в выросших. У самого плода концентрация нитратов возрастает от верхушки к основанию (плодоножке).

В корнеплоде сахарной свеклы более половины общего количества нитратов содержится в его верхней части. Круглые корнеплоды редиса содержат меньше нитратов, чем его длинноплодные формы. У лука нитратов больше всего в донце. В кожуре арбуза их может быть в несколько раз больше, чем в мякоти.

32. В каких органоидах клетки накапливаются нитраты?

Одним из основных мест накопления нитратов в клетке является вакуоль. В ней может содержаться 20—60 % всех нитратов. Нитраты, находящиеся в вакуоли, выполняют роль запасного фонда. Медленно включаясь в обмен веществ, они долго сохраняются в исходном состоянии и поступают в организм человека и животных. Особенно активное запасание нитратов в вакуоли происходит при обильном питании растений азотом.

33. Как влияют сроки уборки и физиологическая зрелость растительной продукции на содержание нитратов?

В незрелых плодах, клубнях и корнеплодах концентрация нитратов больше, чем в созревших. В плодах томатов молочной спелости содержание нитратов в 2—3,5 раза больше, чем в красных. При дозревании содержание нитратов снижается. Зеленые (незрелые) яблоки содержат нитратов в 2—3 раза больше, чем вызревшие. В физиологически зрелых клубнях картофеля содержание нитратов в 1,5—2 раза меньше, чем в недозревших. Эти различия проявляются и у разных клубней одного растения: ранее заложившиеся клубни содержат нитратов меньше, чем позже заложившиеся молодые клубни. В огурцах первых сборов

содержание нитратов больше, чем в последующих. Если ... убирают рано, содержание в нем нитратов на порядок выше, ... при более поздней уборке.

При поздней уборке урожая применение даже сравнительно высоких доз азотных удобрений ведет лишь к незначительному повышению содержания нитратов в растительной продукции. Поэтому в целях уменьшения содержания нитратов в хозяйственно ценной части продукции уборку урожая следует проводить поздно, если это не отражается отрицательно на товарных качествах овощей.

34. Меняется ли содержание нитратов в растениях в течение суток?

Изменение уровня содержания нитратов в растениях в течение суток достигает 1,5—2 раз, причем эти колебания более резки у молодых растений. К концу вегетации амплитуда колебаний содержания нитратов в зависимости от времени суток сглаживается.

Суточная ритмичность содержания нитратов более отчетливо проявляется, когда растения получают оптимальные дозы азота. Избыток азота в питании растений нивелирует колебания концентрации нитратов в течение суток.

Наибольшее содержание нитратов в растениях отмечается рано утром, наименьшее — во второй половине дня. Изменение содержания нитратов связано с интенсивностью восстановления нитратов до аммиака. Ночью и рано утром активность ферментов, участвующих в восстановлении нитратов, низка, что ведет к их накоплению. С повышением температуры и интенсивности освещения активность этих ферментов, в первую очередь нитратредуктазы, возрастает, что ведет к снижению содержания нитратов. Поэтому сбор овощей лучше проводить днем, когда содержание нитратов уменьшается на 30—40 % по сравнению с утренними часами.

35. Как влияет скашивание ботвы на содержание нитратов в клубнях картофеля?

С целью облегчения уборки и уменьшения опасности повреждения клубней болезнями применяют предуборочное скашивание ботвы. Скашивать ее следует не ранее чем за 3—5 дней до уборки клубней. Более раннее скашивание приводит к увеличению содержания нитратов в клубнях из-за прекращения притока углеводов из листьев в клубни.

Более эффективна десикация — искусственное подсушивание надземных органов с использованием химических препаратов. Это позволяет усилить отток углеводов из надземных органов в клубни и повысить содержание в них крахмала, а также прочность кожуры, что важно для снижения потерь при хранении. Десикация ботвы хлоратом магния (на 100 м^2 посевной площади во...

пользуется 300—400 г этого препарата, растворенного в 3—4 л воды) снижает общие потери при хранении в среднем на 45—50 %. Использование этого приема позволяет на 20 % снизить содержание нитратов в клубнях.

36. Изменяется ли содержание нитратов при хранении растительной продукции?

При зимнем хранении овощей и картофеля содержание в них нитратов снижается на 20 % и более по сравнению с исходным количеством. Снижение концентрации нитратов в первый период хранения связано с вовлечением их в послеуборочное дозревание. Этот процесс сопровождается восстановлением нитратов и включением аммиака в состав органического вещества. Позже, при выходе растений из состояния покоя и в начале прорастания, нитраты расходуются также на построение новых органов (листьев, корней). Содержание нитратов в овощах в некоторой степени может снижаться также за счет превращения их в нитриты, которые в 10—20 раз более токсичны для организма человека и животных, чем нитраты.

37. Какие факторы приводят к накоплению нитритов в овощной продукции?

Высокое содержание нитратов в овощной продукции — важнейшее условие увеличения концентрации нитритов. Поэтому обильное питание растений азотом усиливает опасность накопления в растительной продукции не только нитратов, но и нитритов.

Комплекс факторов, влияющих на интенсивность превращения нитратов в нитриты, связан с нарушением условий хранения овощей. Особенно активно идет накопление нитритов при нарушении температурных условий хранения растительной продукции. После нескольких дней хранения при температуре 20—30 °С содержание нитритов в листовых овощах может увеличиться в десятки раз.

Вот как изменяется содержание нитратов и нитритов в шпинате при неправильном его хранении:

Доза азотных удобрений, кг/га	Содержание нитратов и нитритов в шпинате (мг/кг сырой массы)					
	сразу после сбора		после одного дня хранения		после 4 дней хранения	
	NO_3	NO_2	NO_3	NO_2	NO_3	NO_2
0	129	0,3	142	0,7	137	3,3
80	315	1,3	284	8,2	478	11,5
160	1030	2,6	1210	37,5	1320	184,0
240	1980	4,3	2200	58,8	2020	188,0
320	2360	2,0	2430	24,3	2100	292,0

Интенсивное превращение нитратов в нитриты происходит также в том случае, если овощи загрязнены и поражены болезнями. Поэтому [illegible] капусты и другие овощи, пораженные гнилью, не следует использовать для переработки и хранения, присутствующая на них специфичная микрофлора обладает способностью восстанавливать нитраты до нитритов.

38. Как влияет погода на содержание нитратов в растениях?

Трудность установления оптимальной дозы азотных удобрений для получения высокого [illegible] овощей и картофеля с низким содержанием нитратов заключается в том, что серьезные поправки в расчеты вносит [illegible].

Содержание [illegible] того же сорта при одинаковых дозах минеральных [illegible] изменяться в зависимости от погоды в несколько раз. Нередко высокие дозы азотных удобрений влияют на накопление нитратов меньше, чем неблагоприятная погода. Поэтому при выборе оптимальных доз минерального азота следует [illegible] влияние погодных условий, а также агро[illegible] на поступление азота в растения и его пре[illegible] с благоприятными погодными условиями [illegible] доз азотных удобрений концентрация [illegible] в норме. Так, погодные условия изменяют [illegible] в клубнях картофеля в 1,5—2 раза. Подсчитано, что если среднее фактическое содержание нитратов в клубнях картофеля по областям Центрального района Нечерноземной [illegible] принять за 100 %, то в Северо-Восточном районе этот показатель составит 202 %, в Северо-Западном — 139 %, в Волго-Вятском — 129 %. В Центрально-Черноземном и Поволжском районах этот показатель будет равен 40 %.

39. Как влияет засуха на содержание нитратов в растениях?

Засуха замедляет процессы роста сильнее, чем скорость поглощения азота из почвы, что приводит к повышению концентрации небелковых форм азота в тканях, так как поступивший азот не используется для построения новых органов. Одновременно в этих условиях падает интенсивность фотосинтеза. В итоге содержание в тканях продуктов ассимиляции, использующихся для восстановления нитратов, снижается и содержание нитратов растет. Например, у томата и огурца засуха повышает концентрацию нитратов в 1,5—2 раза и больше.

40. Как влияет температура воздуха на содержание нитратов в растениях?

В прохладное и дождливое лето содержание нитратов в овощных культурах может быть значительно выше (в 1,5 –2 раза и более) по сравнению с нормальным. Дело в том, что при похолодании происходит снижение активности ферментов, участвующих в восстановлении нитратов. Снижается также интенсивность поглощения минеральных элементов. Однако интенсивность поглощения нитратов в этих условиях снижается меньше, чем активность нитратвосстанавливающих ферментов, поэтому нитраты накапливаются в тканях растений.

При высоких температурах происходит расщепление (гидролиз) высокомолекулярных азотсодержащих соединений (белков, аминокислот, амидов), в результате чего выделяется аммиак и при накоплении его может происходить аммиачное отравление растений. Восстановление нитратов в этих условиях также нарушается. Поэтому даже при слабом поглощении нитратов вполне вероятно их накопление в корнях, листьях и других органах.

Чтобы предотвратить накопление нитратов в тканях растений, в условиях прохладного лета следует мульчировать почву, в условиях жаркого – проводить мелкодисперсный увлажнительный полив (дождевание), позволяющий снизить в жаркие часы дня температуру воздуха и растений, повысить интенсивность фотосинтеза и усилить синтетические процессы в корневой системе.

41. Как влияет освещение на содержание нитратов в овощной продукции?

Влияние света на содержание нитратов в растениях многообразно. При снижении освещенности концентрация нитратов в различных культурах может увеличиться в 2–10 раз. При хорошем освещении, даже если растения обильно снабжаются азотом, содержание нитратов в продукции может быть низким.

Так происходит потому, что свет усиливает синтез нитратредуктазы и повышает активность этого фермента. Кроме того, при хорошем освещении идет интенсивное образование органического вещества.

При недостатке освещения обильное питание азотом особенно опасно. Известно, что при осеннем выращивании овощей содержание нитратов в них значительно больше, чем при весеннем или летнем выращивании. Поэтому в осенне-зимний период в условиях пониженной освещенности доза азота, вносимого под овощные культуры, должна быть меньше, чем при весенне-летнем выращивании. Важно также, чтобы стекла в теплицах были чистыми и пропускали больше света. Снижению содержания нитратов способствует дополнительное освещение растений в теплицах перед уборкой.

В условиях недостаточного освещения следует усилить калийное питание растений, так как поглощение калия в этих условиях снижается.

42. Как влияет густота посева на содержание нитратов в растениях?

Освещенность растений зависит от густоты посева. Загущенность посева или посадки приводит к самозатенению растений, их вытягиванию, полеганию, снижению урожая и ухудшению качества продукции. Недостаток освещения снижает интенсивность фотосинтеза и ухудшает обеспеченность растений углеводами, в результате чего нарушается нормальный ход восстановления нитратов до аммиака и включения его в состав органических соединений.

Если посев редкий, световая энергия используется не полностью, что также снижает урожай. В связи с этим следует вспомнить слова классика отечественной науки К. А. Тимирязева: «... каждый луч солнца, не уловленный зеленою поверхностью поля, луга или леса, — богатство, потерянное навсегда, и за растрату которого более просвещенный потомок когда-нибудь осудит своего невежественного предка».

Кроме того, в условиях разреженного посева в растения может поступать больше нитратов, так как запасы их в почве распределяются между меньшим количеством растений. В итоге нитраты не успевают вовлекаться в процесс роста и накапливаются в тканях растений. Оптимальная плотность посева зависит от сорта культуры, плодородия почвы, климатической зоны и других факторов. На 1 м² следует размещать картофеля 4—6 кустов, капусты 3—4 растения, томатов — 4—5 растений, моркови 120—150 растений.

43. Как влияет направление посева на содержание нитратов?

Направление посева оказывает влияние на освещенность растений и тем самым на содержание нитратов. При размещении посева с севера на юг растения освещаются более равномерно. При такой ориентации посева урожайность выше, чем при расположении его с востока на запад. Чем лучше освещение растений, тем полнее идет использование элементов питания, в том числе и включение азота в состав органических соединений. На склонах посев следует проводить поперек, это помогает уменьшить смыв почвы и сохранить в ней влагу.

СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ В КОРМАХ И ПРОДУКТАХ ЖИВОТНОВОДСТВА

44. Какой уровень ПДК нитратов и нитритов установлен для кормов?

Избыточное количество нитратов, поступающее в организм животных с кормами и водой, отрицательно влияет на их здоровье и продуктивность, поэтому для них установлены предельно допустимые концентрации нитратов и нитритов. Максимальной нетоксичной дозой нитратов для многих животных является 400 мг нитратов на 1 кг массы тела. Водопой животных допускается из водоемов с содержанием нитратов не более 45 мг/л.

Приводим ПДК нитратов для кормов, установленные ветеринарной службой нашей страны (мг/кг массы корма): комбикорм для крупного и мелкого рогатого скота, свиней и птицы — 500, зернофураж и продукты переработки зерна — 300, жмыхи, шроты — 200; сырье животного происхождения (мясокостная и рыбная мука, сухое молоко) — 250; дрожжи кормовые, гидролизные, БВК — 300; травяная мука — 2000; хвойная мука — 1000; меласса — 1500; жом свекловичный сухой — 800; грубые корма (сено, солома) — 1000; зеленые корма — 500; силос (сенаж) — 500; свекла кормовая — 2000; картофель — 300. Содержание нитритов не должно превышать 10 мг на 1 кг корма.

45. Как реагируют животные на повышенное содержание нитратов в кормах?

Реакция организма животных на поступление кормов с повышенным содержанием нитратов в общих чертах сходна с реакцией человеческого организма. Наиболее часто в практике животноводства встречается нитратно-нитритный токсикоз, при котором развивается кислородное голодание организма вследствие превращения гемоглобина крови в метгемоглобин. В результате кислородного голодания материнского организма могут возникнуть патологические изменения у зародыша или плода, находящегося в утробе матери.

У животных наблюдаются также нарушения в работе сердца, печени, почек, угнетение воспроизводительной функции.

Доза нитрата натрия ($NaNO_3$), вызывающая отравление крупного рогатого скота и овец, составляет 500—700 мг на 1 кг массы тела животного. Смертельная доза нитрита натрия ($NaNO_2$) значительно меньше (100—250 мг на 1 кг массы животного).

В зависимости от уровня содержания нитратов и нитритов в кормах и общего состояния животных нитратно-нитритный токсикоз может протекать с различной интенсивностью. В некоторых случаях гибель животных наступает через 30—50 минут после поедания корма с высоким содержанием нитратов.

46. Какие животные наиболее чувствительны к действию нитратов и нитритов?

Наиболее чувствительными к действию нитратов и нитритов являются свиньи и кролики. У свиней признаки отравления (слюнотечение, затрудненное дыхание, рвота) проявляются через 1–2 часа после поедания кормов с высоким содержанием нитратов. Особенно быстро нитратно-нитритный токсикоз проявляется, когда свиньям скармливают вареные или запаренные корма после их медленного [illegible]. В [illegible] массе, оставленной в течение 6–12 часов, [illegible] превращаются в нитриты. В ре[illegible] [illegible]личивается и токсичность [illegible]. Поэтому [illegible] корнеплоды после [illegible] водой и немедленно [illegible].

У коров при [illegible] токсикозе ослабляется жвачка, наблюдается вялость и потеря аппетита. Содержание нитратов в молоке повышается [illegible] 10 [illegible] и бол[illegible].

Массовое от[illegible] нитратами возможно в результате выпаса их на лугах, недавно подкормленных азотными удобрениями, а также в том случае, когда животные имеют доступ к небрежно хранящимся минеральным удобрениям.

47. Какие меры [illegible] для профилактики нитратно-нитрит[illegible] у животных?

Основной мерой предупреждения нитратно-нитритных отравлений животных является уменьшение содержания солей азотной и азотистой кислот в растительных кормах. Для этого необходимо рационально использовать удобрения, особенно азотные. Дробное внесение азотных удобрений позволяет заметно снизить концентрацию нитратов в кормах. На интенсивно удобряемых лугах, где применяются высокие дозы азотных удобрений, следует высевать травы, накапливающие меньше нитратов. Так, например, ежа сборная и овсяница тростниковая накапливают меньше нитратов, чем кострец безостый и канареечник тростниковый.

Корма с высоким содержанием нитратов следует силосовать, так как концентрация нитратов в ходе молочнокислого брожения снижается на 20–50 %. Жижу, образующуюся при силосовании, не следует давать животным, так как она имеет высокое содержание нитратов и нитритов.

Для профилактики нитратно-нитритных токсикозов в рацион животных рекомендуется вводить зерно, сахаристые вещества и витамины (ретинол, кальциферол, токоферол, аскорбиновую кислоту). При хроническом отравлении в рацион включают препараты магния (окись магния или сульфат магния), а также фосфорно-калиевые препараты. Для ускорения превращения нитратов в нетоксичные соединения жвачным животным дают раствор

патоки или сахарозы в следующих дозах: овцам — 1 л, крупному рогатому скоту — 3 л с добавлением молочной или уксусной кислоты.

При отравлениях животных нитратами для лечения используют препараты, способствующие превращению метгемоглобина в гемоглобин (метиленовая синь и др.), а также нормализующие работу сердца.

48. Какое количество нитратов содержится в продуктах животного происхождения?

Содержание нитратов и нитритов в продуктах животного происхождения (мясо, рыба, творог, молоко) колеблется от нуля до нескольких миллиграммов на 1 кг продукции. Количество нитратов в молоке и молочных продуктах не превышает 10 мг/кг. Имеется определенная зависимость между содержанием нитратов в корме и молоке. В сырах суммарное содержание нитратов и нитритов достигает 50 мг/кг, так как эти соединения используются при их изготовлении.

В организм человека нитраты и нитриты могут попадать с продуктами переработки мяса, в которые эти вещества добавляются для стабилизации естественного цвета продукта, а также для подавления болезнетворной и токсичной микрофлоры.

Норма расхода нитрита натрия (ГОСТ 23670—79) при производстве вареных колбас составляет 50—70 мг на 1 кг фарша. Приводим рецепт колбасы «Докторская» (на 100 кг продукции): говядина — 25 %, свинина — 70 %, яйца или меланж — 3 %, молоко коровье цельное — 2 %, соль — 2090 г, нитрит натрия — 7,1 г, сахар — 200 г, орех мускатный — 50 г. При производстве 100 кг колбасы «Любительская» расходуется 5,6 г нитрита натрия. В детских консервах «Говядина пастеризованная» и «Ветчина особая» содержится до 20 мг нитрит-иона на 1 кг продукта.

Институт питания АМН СССР разработал для детского питания специальные сорта колбасных изделий («Детские» и «Детские витаминизированные»), имеющие пониженное содержание нитрата натрия (1,5—3 г на 100 кг продукта).

Приводим средний уровень содержания нитратов (мг/кг продукта) в продуктах животного происхождения (по данным Эстонского научно-исследовательского института профилактической медицины): молоко свежее (магазинное) 5±0,4; молоко свежее (фермерское) 2±0,1; молоко сухое 14±1,2; кефир 2±0,1; простокваша 2±0,2; творог 9±0,6; сметана 0,7±0,04; мороженое 3±0,2; масло сливочное 2±0,1; сыр 37±4,1; мясо свежее — следы; рыба свежая — следы; рыба копченая 6±0,3; колбаса вареная 8±0,9; колбаса копченая 3±0,2; окорок копченый 2±0,1.

Содержание нитритов в перечисленных продуктах незначительно (следы) или они вообще отсутствуют. Исключение составляют сыр 4±0,5; рыба копченая 11±0,9; колбаса вареная 17±1,9; колбаса копченая 9±0,7; окорок копченый 4±0,5 мг/кг продукта.

В настоящее время ведутся активные поиски безвре[illegible] веществ, способных заменить нитраты и нитриты.

НИТРАТЫ В ПОЧВЕ

49. Какое количество азота содержится в почве?

Растения потребляют в основном почвенный азот [illegible] в том случае, когда в почву вносятся высокие дозы минерал[illegible] азота. Дело в том, что при увеличении доз азотных удобр[illegible] усиливается минерализация органического вещества [illegible] прежде всего гумуса, и потребление почвенного азота возр[illegible]гает. При этом коэффициент использования азота удобр[illegible] снижается. [illegible] азот вымывается и улетучива[illegible] из почвы. [illegible] возрастают его потери. Так как почвенный азот является основным источником азотного питания растений, необходимо [illegible] запасы азота в почве и какие превращения с ним происходят.

Общие запасы азота в пахотном слое колеблются в широких пределах и составляют в дерново-подзолистых почвах 1,5 [illegible] черноземных 6—1[illegible] торфяных 10—20 т/га и больше. Бедны азотом песчаные и супесчаные почвы (0,9—2 т/га). Содержание в почве усвояемых форм азота является важным показателем при определении потребности растений в азоте и расчете доз азотных удобрений для получения планируемого урожая.

50. В состав каких соединений входит почвенный азот?

Основная масса азота (90—95 % и более) содержится в органическом веществе почвы, которое состоит из гумусовых веществ и негумифицированных веществ растительного и животного происхождения.

Гумус — важнейший показатель плодородия почвы. Он составляет 85—90 % органического вещества почвы. Запасы гумуса в верхнем 20-сантиметровом слое дерново-подзолистой [illegible] составляют 15—80 т/га. Песчаные и супесчаные почвы содержат 15—30 т/га, суглинистые и глинистые 50—80 т/га. Еще бол[illegible] гумуса в черноземах (4—12 %, или 60—200 т/га). В 1 т гумуса содержится 30—60 кг азота.

Лишь незначительная часть азота входит в состав неорганических соединений в нитратной и аммонийной форме, способных усваиваться растениями. Такого азота всего 60—200 кг/га, причем на нитратный азот может приходиться от нескольких процентов до половины всего азота, доступного для растений. Высокое содержание в почве усвояемых форм азота (боле

80 мг/кг почвы) создает угрозу интенсивного вымывания нитратов, поступления их в водоемы и чрезмерного накопления в растениях.

51. Как образуются нитраты в почве?

Нитраты в почве образуются при окислении восстановленных форм азота. Этому процессу предшествует разложение органического вещества до аммиака, которое осуществляется разнообразными группами микроорганизмов. Этот процесс называется аммонификацией и заканчивается образованием аммиака.

Ежегодно минерализуется 0,4—1,0 т/га органического вещества почвы, в основном гумуса. В результате образуется от 20 до 200 кг/га минерального азота. Таким образом, органическое вещество почвы является основным источником аммиака, а затем и нитратов. При воздействии на почву (вспашка, рыхление, орошение, внесение удобрений, известкование) минерализация органического вещества усиливается, что ведет к увеличению содержания в ней доступных для растений форм минерального азота. На кислых почвах, при плохой аэрации, переувлажнении, засухе и низкой температуре микробиологические процессы, в том числе аммонификация и нитрификация, замедляются и растения могут испытывать недостаток азота.

52. Какое количество азота и других минеральных элементов растения усваивают из почвы?

Растения усваивают из почвы не весь доступный им азот и другие минеральные элементы, а только часть их. Коэффициент усвоения азота зависит от физико-химических свойств почвы, внешних факторов (температуры, влажности и др.) и биологических особенностей выращиваемой культуры. Вот примерные коэффициенты использования элементов питания из почв Нечерноземной зоны России: азот 15—20 %, фосфор 5—10 %, калий 20—30 %.

53. Какое количество азота теряется из почвы в результате денитрификации?

Почва теряет азот бо́льшей частью за счет улетучивания его газообразных форм и вымывания в основном нитратных форм. Газообразные формы азота образуются в процессе денитрификации.

Денитрификация — это процесс восстановления нитратов или нитритов до газообразных окислов азота или до молекулярного азота, который осуществляется при участии большой группы микроорганизмов.

Наиболее активно денитрификация происходит при недостатке кислорода в почве (отсутствие рыхления, переувлажнение), при повышенных температурах и нейтральной реакции [illegible]. В холодные периоды, несмотря на высокую влажность, [illegible] недостаток кислорода, денитрификация протекает медленно [illegible] исключает улетучивание большого количества азота [illegible] весной.

Газообразные потери азота из почвы покрытой растительностью, ниже, чем из почвы, свободной от нее. В результате денитрификации теряется 10—20 % вносимого азота удобрений. [illegible] почвы, способствующ[illegible] кислородом [illegible] в ней [illegible]

54. [illegible] факторы влияют на [illegible] нитратов из почвы?

Ве[illegible] вымывания зависит от многих условий, [illegible] покрова, мощности его корневой системы, [illegible] состава почвы, количества осадков, уровня грунтовых вод, а также доз, форм, сроков и способов [illegible] удобрений.

Из [illegible] азота (нитратная и аммонийная), [illegible] для питания, наиболее легко [illegible]. Эта форма азота не поглощается почв[illegible] в почвенной воде и мигрирует [illegible] в вертикальном направлении. Вымываясь, нитраты попадают в грунтовые воды и открытые водоемы.

В отличие от нитратной аммонийная форма прочно удерживается почвой и практически не вымывается. Однако внесение в почву мочевины, сульфата аммония или других безнитратных удобрений лишь временно снижает потери азота от вымывания. После превращения аммонийной формы азота в нитратную в результате деятельности нитрифицирующих бактерий вымывание его усиливается.

55. Какое количество азота вымывается из почв Нечерноземной зоны при внесении азотных удобрений?

В Нечерноземной зоне в результате вымывания теряется 5-12 % внесенного азота. На легких (песчаных и супесчаных) почвах с промывным режимом (количество выпавших осадков превышает их испарение) может вымываться 10—25 % азота и более. Для сравнения укажем, что вымывание фосфора значительно меньше — около 1 % внесенного количества, причём в основном за счёт водной эрозии почв.

Из тяжелых почв азот вымывается меньше, чем из легких, всего 2—5 %. Средние потери азота за счет вымывания составляют на Северо-Западе около 7 кг азота с 1 га пашни.

Внесение высоких доз минерального азота усиливает его вымывание. Предельной нормой азота, после превышения которой заметно усиливается его вымывание для среднеокультуренных почв, является 90—100 кг/га. Исходя из этого на одну сотку (100 м²) можно вносить мочевины не более 2,2 кг, аммиачной селитры 3 кг, сульфата аммония 4,8 кг, натриевой селитры 6,2 кг, нитрофоски 9 кг.

56. Как уменьшить вымывание азота из почвы?

Наиболее эффективный путь снижения потерь азота путем вымывания — отказ от внесения больших доз азотных удобрений за один прием. Дробное внесение (за 2—3 приема) даже высокой дозы азота значительно снижает его потери.

Особенно много азота вымывается из легких почв при поливе. Поэтому на таких почвах азотные удобрения следует вносить дробно. Потери азота можно уменьшить, внося аммонийную, амидную или аммиачную формы азота, которые хорошо удерживаются почвой. Однако, как уже отмечалось, после превращения этих форм в нитратную вымывание усиливается.

На легких почвах минеральный азот не следует вносить осенью. Лучше внести его весной перед посевом, а затем 1—2 раза произвести подкормку в первой половине вегетации. Следует иметь в виду, что из гранулированных удобрений азот меньше вымывается, чем из порошкообразных.

На суглинистых или глинистых почвах часть азота в виде мочевины, сульфата аммония или даже аммиачной селитры можно внести осенью. На почвах, не занятых растительностью (чистый пар), вымывание азота усиливается. Внесение органических удобрений и выращивание растений с мощной корневой системой увеличивает содержание гумуса в почвах и снижает потери азота за счет вымывания.

Внесение органических удобрений, особенно с низким содержанием азота (солома, травы, компостированные листья и другие растительные остатки), усиливает активность микрофлоры, связывающей подвижные соединения азота, что также уменьшает их миграцию в глубокие слои почвы и снижает поступление в открытые водоемы и грунтовые воды.

57. Как влияют ингибиторы нитрификации на содержание нитратов в почве и растениях?

Ингибиторы нитрификации — это химические препараты, которые при внесении их в почву в небольших количествах (0,5—2 % дозы азота удобрений) избирательно подавляют жизне-

[illegible]тельность нитрифицирующих бактерий, осуществляющих первый этап нитрификации, т. е. окисления аммиака до нитрита. Это приводит к временному (в течение 30—60 дней) накоплению минерального азота в аммонийной форме. За счет этого уменьшаются потери азота путем вымывания и улетучивания. Применение ингибиторов нитрификации снижает накопление нитратов в растениях и увеличивает урожай за счет повышения (на 10—15 %) коэффициента использования азота удобрений.

Исследования, проведенные в Петербургском аграрном университете, показали, что применение ингибиторов нитрификации является перспективным способом снижения потерь азота удобрений в районах избыточного увлажнения почв, позволяющим на 25—35 % сократить дозы азотных удобрений без [illegible]жения урожая [illegible] культур. Применение ингибиторов нитрификации уменьшает содержание нитратов в клубнях картофеля в 1,5—4 раза, в сельдерее в 1,2—1,5 раза, в луке в 5—6 раз. [illegible] картофеля составляет 17—21 % [illegible] 2,7 г [illegible]. [illegible] в клубнях содержание аскорбиновой кислоты.

[illegible] нитрификации способствует сохранению [illegible] в аммонийной форме, позволяет уменьшить [illegible] для получения планируемого урожая, и уберечь водоемы от загрязнения нитратами.

В [illegible]ется массовый выпуск этих препаратов.

НИТРАТЫ В АТМОСФЕРЕ И ВОДЕ

58. Какие окислы азота присутствуют в атмосфере?

В атмосфере содержатся разнообразные окислы азота. Окись азота (NO) и закись азота (N_2O) — бесцветные газы. При вдыхании закиси азота наступает состояние, напоминающее опьянение, поэтому ее называют «веселящим газом». Двуокись азота (NO_2) — бурый газ, он ядовит, раздражающе действует на глаза и дыхательные пути. Высокое содержание двуокиси азота в воздухе городов и промышленных центров придает ему коричневатый (красновато-бурый) оттенок.

Под влиянием внешних факторов происходят взаимопревращения окислов азота. Под действием ультрафиолетовых лучей NO_2 разрушается и переходит в NO. Это происходит при температуре выше 600 °С. В свою очередь окись и закись азота в атмосфере под действием озона (O_3) способны окисляться до двуокиси азота.

Двуокись азота может сохраняться в атмосфере около 3—5 сут. Соединяясь с атмосферной влагой, она превращается преимущественно в азотную и в меньшей степени в азотистую кислоту. Вместе с осадками (дождем и снегом) эти кислоты выпадают на землю.

Под действием солнечной радиации и озона окислы азота участвуют в образовании пероксиацетилнитрата (ПАН), пероксибензоилнитрата (ПБН) и других фотохимических окислителей, являющихся опасными составляющими фотохимического смога.

Находясь в воздухе в концентрации 3—4 мг/м^3 и выше, ПАН, ПБН и другие компоненты фотохимического смога раздражают дыхательные органы, вызывают кашель, головные боли, воспаление глаз и другие нарушения в организме человека. Конденсируясь, ПАН образует клейкую жидкость, губительно действующую на живые организмы. Очень чувствительны к загрязнению воздушной среды ПАН томат, свекла, репа, шпинат, салат и другие овощные листовые культуры

59. Какова роль явлений природы в образовании окислов азота в атмосфере?

Можно выделить несколько основных источников образования окислов азота в атмосфере. Один из них связан с окислением молекулярного азота под влиянием грозовых разрядов, ультрафиолетового излучения и вулканической деятельности. По имеющимся оценкам, таким путем в биосферу ежегодно поступает 26 млн т азота в нитратной форме

Особая роль в образовании окислов азота принадлежит грозовым разрядам. Известно, что в атмосфере нашей планеты за год вспыхивает более трех миллиардов молний. Мощность отдельных разрядов достигает 200 млн кВт. Локальный разогрев воздуха достигает 20 000 С. При такой температуре молекулы азота и кислорода распадаются на атомы, которые реагируют между собой и образуют окись азота. Благодаря быстрому охлаждению (разряд молнии длится десятитысячную долю секунды) окись азота не распадается, а окисляется кислородом до стабильной двуокиси азота. Общее количество образующихся этим путем окислов азота (в пересчете на азот) составляет 8 млн т в год.

60. Какое количество окислов азота выбрасывается в атмосферу в результате деятельности человека?

Другой источник поступления окислов азота в атмосферу связан с работой промышленных предприятий и двигателей внутреннего сгорания. По некоторым оценкам, ежегодное поступление в атмосферу окислов азота от индустриальных источников составляет для Европы 20 млн т, а для всего мира 50 млн т

Содержание окислов азота в атмосфере большого города достигает 100—900 мкг/м^3. В сельской местности концентрация их значительно ниже (1—10 мкг/м^3). По данным Общегосударственной службы наблюдений за загрязнением природной среды, в воздухе более чем ста городов страны содержание двуокиси азота превышает ее предельно допустимые концентрации.

3*

Приведем предельно допустимые концентрации (ПДК) некоторых загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных районов:

Вещество	ПДК мг/м³		Класс опасности
	максимальная разовая	средняя суточная	
Азота двуокись	0,085	0,04	2
Азота окись	0,6	0,06	3
Аммиак	0,2	0,04	4
Ангидрид сернистый	0,5	0,05	3
Ангидрид фосфорный	0,15	0,05	2
Бенз(а)пирен		0,1 мкг/100 м	1
Кислота азотная	0,4	0,15	2
Кислота серная	0,3	0,1	2
Кислота уксусная	0,2	0,06	3
Озон	0,16	0,03	1

Примечание. Самые токсичные соединения относятся к I классу.

Предельно допустимая максимальная разовая концентрация вредного (загрязняющего) вещества в воздухе населенных мест - это такая концентрация, которая не вызывает рефлекторных реакций в организме человека.

Предельно допустимая средняя суточная концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест — это такая его концентрация, которая не оказывает на человека прямого или косвенного вредного воздействия в условиях круглосуточного вдыхания.

61. Какую роль играют почва и удобрения в образовании окислов азота в атмосфере?

Еще один источник окислов азота в атмосфере — жизнедеятельность денитрифицирующих бактерий и других микроорганизмов, в результате которой из почвы и удобрений выделяется огромное количество газообразных соединений азота. Из азотных удобрений при благоприятных для денитрификации условиях может улетучиваться 20—40 % азота в виде NO_2, NO, N_2O, N_2.

62. Как влияют окислы азота на атмосферный озон?

Закись азота (N_2O), попадающая в атмосферу, активно взаимодействует с озоном (O_3). Суммарная масса озона в атмосфере оценивается в 3,3 млрд т. Основное количество озона сосредоточено в стратосфере на высоте 15—25 км (высота верхней границы его распространения — до 45 км), где он обра-

зует озонный слой. Толщина озонного слоя, если его привести к нормальному давлению, всего 3 мм. Этот слой, как известно, играет уникальную роль в защите всего живого на Земле от жесткого ультрафиолетового излучения Солнца.

Совместно с фреонами — $CFCl_3$, CF_2Cl_2 и другими хлорфторуглеродами, выделяющимися из холодильных установок, некоторых растворителей и аэрозольных упаковок, окислы азота, особенно его закись, разрушают озон, что приводит к уменьшению его концентрации в стратосфере. Появление «озонных дыр» и снижение защитного действия стратосферного озона — острая проблема современности.

Самым заметным и экологически опасным результатом антропогенного влияния на озоносферу может быть увеличение поступления на поверхность Земли средневолнового (длина волны 240—320 нм) ультрафиолетового излучения, обладающего опасным биологическим действием. Оно вызывает снижение продуктивности сельскохозяйственных растений, гибель икринок, личинок насекомых, молоди рыб, возникновение злокачественных опухолей кожи у человека и другие опасные последствия.

Следовательно, чем больше количество вносимых в почву азотных удобрений превышает потребности растений, тем больше азота вымывается и улетучивается. Это приводит не только к экономическим потерям, но и загрязнению почвы, гидросферы и атмосферы.

63. Какова концентрация соединений азота вблизи поверхности Земли?

Концентрация соединений азота в приземном слое атмосферы определяется прежде всего деятельностью человека. В промышленных районах концентрация соединений азота в атмосфере может быть в десятки раз выше, чем в районах, отдаленных от индустриальных центров.

Вот некоторые сведения о концентрации соединений азота в атмосфере районов, имеющих разную степень загрязненности:

Соединение	Химическая формула	Концентрация, мкг N/м³		
		[illegible] районы	отдаленные районы	океан
Окись азота	NO	5—50	0,05—0,5	0,05
Двуокись азота	NO_2	5—50	0,2—2,0	0,2
Азотная кислота	HNO_3	Около 2	0,2—2,0	0,2
Аммиак	NH_3	Более 50	0,1—10,0	0,3
Ион нитрата	NO_3^-	Около 2	0,1—0,4	0,02
Ион аммония	NH_4^+	Более 50	1,0—2,0	0,4

64. Сколько окислов азота выбрасывается автомобильным транспортом?

В промышленно развитых странах на долю автомобильного транспорта приходится около половины (чаще всего от 40 до 60 %) всех вредных техногенных выбросов в атмосферу. В нашей стране его доля достигает 40 % общего количества вредных [illegible] в атмосферу. Общая масса этих выбросов составляет 35—40 млн т в год. Из них на окислы азота приходится 1,6—1,8 млн т.

По данным статистики выбросы автотранспорта в 27 [illegible] страны превышают 100 тыс т в год. В Москве они достигают 801,5 тыс [illegible] них окислов азота 5,2 %, углеводородов 15,8 [illegible] 79,0 %. В Санкт-Петербурге выбросы [illegible] составляют 371,9 тыс т, из них окислов азота 5,7 [illegible] и окиси углерода 78,2 %. Вклад автотранспорта в валовой выброс в атмосферу составляет в Москве 78,9 % [illegible] Петербурге [illegible]

Рост числа двигателей внутреннего сгорания, в том числе автотранспорта, ведет к дальнейшему насыщению воздушной среды [illegible] выбросами. Бензиновый двигатель при расходовании 1 т топлива выбрасывает 20 кг, а дизельный 33 кг окислов азота. За год [illegible] выбрасывает в среднем 297 кг окиси углерода, [illegible] углеводородов, 10 кг окислов азота, 1 кг двуокиси серы и [illegible] свинца. При взлете авиалайнера «Боинг 707» [illegible] такое же количество выхлопных газов, какое [illegible] 6850 небольших автомобилей.

Во всех промышленно развитых странах принимаются меры по снижению загрязнения атмосферы выбросами автотранспорта. В США предельные нормы выброса окиси азота снижены за десять лет с 1,9 г до 0,6 г на 1 км пробега. Постоянно совершенствуются нейтрализаторы выбросов автотранспорта, позволяющие заметно снизить содержание окиси азота в выхлопных газах.

65. Какое количество соединений азота выпадает с атмосферными осадками?

В 1988 году на территорию нашей страны выпало 14,8 млн т соединений серы и 8,5 млн т соединений азота. В европейской части на 1 км² выпало 1,04 т серы и 0,63 т азота. Количество азота, выпадающее в год на 1 га, колеблется от 2 до 12 кг. Из этого количества 60—70 % азота находится в виде аммиачного азота, а остальное в виде окислов азота. В окрестностях Санкт-Петербурга концентрация нитратов в атмосферных осадках составляет от 0,4 до 4,4 мг/л.

66. Какое воздействие оказывают газообразные выбросы на кислотность атмосферных осадков?

Газообразные соединения серы, азота, фосфора, фтора и других элементов, взаимодействуя с парами воды, образуют кислоты, что ведет к выпадению кислотных дождей. Кислотность осадков (pH) достигает 3,0 и даже ниже. (Для сравнения укажем, что кислотность водопроводной воды чаще всего находится в пределах 6,0—7,0.) Самая значительная кислотность осадков, зарегистрированная в Западной Европе, была 2,3 (кислотность сока лимона меньше). В Москве зарегистрировано выпадение кислотных дождей с pH ниже 4,0.

Кислотные дожди могут выпадать в тысячах километров от места выброса загрязняющих веществ. В последнее десятилетие кислотные дожди рассматриваются как одно из важнейших негативных последствий антропогенного воздействия на биосферу.

67. Какое воздействие оказывают кислотные дожди на почву и водоемы?

Кислотные дожди закисляют почву и водоемы. Подсчитано, что для нейтрализации кислотных осадков, приносимых к нам в течение года только через западные границы, необходимо вносить в почву по 3,5 млн т извести.

Наиболее заметно влияют кислые осадки на состояние пресных вод. При подкислении водоемов большой ущерб наносится водной флоре и фауне. В Скандинавских странах, страдающих от загрязнения атмосферы промышленными предприятиями Центральной Европы, кислотность большинства озер изменилась с 6,5—7,5 до 4,5—5,5. В подкисленной воде повышается растворимость и усиливается токсичность алюминия, цинка, свинца, кадмия и других тяжелых металлов, создающих угрозу для здоровья человека и обитателей водоемов. В некоторых странах (Швеция, Норвегия, Канада) с целью нейтрализации избыточной кислотности проводят известкование озер. Экспериментальные исследования эффективности известкования прудов и небольших озер, вода которых имеет кислую реакцию, проводились и в нашей стране, но широкого практического распространения этот прием не получил.

Наиболее чувствительны к изменению кислотности воды икра и молодь рыб и амфибий. Быстрая гибель ракообразных, особенно мелкого зоопланктона (дафнии, бокоплавы и другие), являющихся пищей для более крупных организмов, вызывает нарушение пищевых цепочек.

На суше действие кислых дождей угнетает жизнедеятельность птиц, рептилий и других животных. Скорлупа яиц многих видов птиц, строящих гнезда на открытом месте, легко разрушается от кислых дождей. В некоторых случаях может пострадать до 80 % яиц.

68. Какое воздействие оказывают кислотные дожди на растения?

Чрезвычайно чувствительны к загрязнению воздушного бассейна и кислотным дождям низшие растения: лишайники, мхи и микоризные грибы, живущие на корнях растений. Их количество и [illegible] состояние является хорошим показателем загрязнения природной среды атмосферными выбросами. [illegible] промышленным районам, [illegible]

[illegible] к загрязняющим выбросам обладают [illegible]. Признаки отрицательного воздействия [illegible] у хвойных пород появляются [illegible] растущих по соседству лиственных [illegible] лиственных пород, особенно [illegible] усилением токсичности [illegible] металлов, оказывающих [illegible] грибы. При нарушении [illegible] минеральное питание [illegible] к различным инфекциям.

[illegible] странах площадь пораженных [illegible] (Югославия, Швеция) до 50 % [illegible] (Нидерланды, Швейцария, ФРГ) [illegible] наблюдения (США). [illegible] части всех европейских [illegible] в Западной Европе достигла [illegible] учеными-экологистами как экологическая катастрофа.

[illegible] Общегосударственной службы [illegible] природной среды, на территории, [illegible] около 3 млн км^2 (в основном это европейская часть страны), окислов серы и азота выпадает больше [illegible] уровня, что вызывает поражение деревьев.

Наиболее заметными внешними признаками воздействия кислотных дождей у растений являются разрушение хлорофилла, приводящее к появлению бурой окраски листьев, повреждение цветков, опадение завязей, одновременно у них снижается устойчивость к засухе и болезням.

Загрязнение воздушного бассейна наносит также огромный ущерб сельскому хозяйству. В некоторых странах ведется учет потерь урожая, связанных с загрязнением воздуха. По ориентировочным оценкам, ежегодные потери урожая от воздействия загрязняющих веществ атмосферы в США оцениваются в 1,8 миллиардов долларов.

Из культурных растений наименее устойчивы к атмосферным загрязнениям и кислотным осадкам земляника садовая, редис, салат, многие плодовые и ягодные культуры. Важная роль в повышении устойчивости растений к атмосферному загрязнению и воздействию кислотных осадков принадлежит известкованию почв, оптимизации минерального питания и водообеспечения рас-

тений. Необходимо также подбирать сорта растений, устойчивые к тем видам загрязнений, которые характерны для данной местности.

69. Как нитраты попадают в воду?

Нитраты накапливаются в воде в результате окисления азотсодержащих органических веществ, а также поступления с различными стоками из почвы и выпадения с осадками из атмосферы. По некоторым оценкам, основной вклад в нитратное загрязнение грунтовых вод вносят стоки коммунального хозяйства и промышленности — 47 %, стоки с сельскохозяйственных полей — 37 %, отходы животноводства — 10 %, другие источники — 6 %. Однако в районах с интенсивным земледелием на долю азота удобрений может приходиться около половины азота, попадающего в водоемы. Особенно много такого азота вымывается при внесении повышенных доз удобрений осенью на почвах с промывным водным режимом.

Благодаря деятельности микрофлоры, особенно денитрифицирующих бактерий, а также в результате использования азота водными растениями происходит снижение содержания нитратов в водоемах. Интенсивно потребляют азот из водоемов камыш, рогоз, тростник. Для быстрого очищения водоемов от нитратов водные растения следует удалять. Их можно использовать после компостирования как органическое удобрение.

70. Какое содержание нитратов и нитритов допускается в питьевой воде?

В нашей стране предельно допустимые концентрации нитратов в питьевой воде составляют 45, а нитритов 3,3 мг/л. В рыбохозяйственных водоемах ПДК нитратов и нитритов несколько ниже — 40 и 0,08 мг/л. В других странах санитарно-гигиенические требования к воде могут быть иными.

Приведем ПДК нитратов в питьевой воде, установленные в разных странах:

Страна	Содержание нитратов и азота нитратов, мг/л	
	NO	N NO
США	44,3	10,0
ФРГ	50	11,3
Великобритания	90	20,3
Швейцария	40	9,0
Австрия	100	22,6
Бельгия	150	33,9
Франция	70	15,8
Югославия	15	3,4
Болгария	30	6,8
Всемирная организация здравоохранения	50 (для детей)	11,3

Самый низкий уровень ПДК нитратов в питьевой воде установлен в Югославии, самый высокий в Бельгии, Австрии и Франции. В США, ФРГ и Швейцарии уровень содержания нитратов примерно такой же, как в нашей стране.

71. Каков уровень содержания нитратов в воде различных водоемов?

Средняя концентрация нитратов в реках составляет 0,4—4 мг/л. В реках густонаселенных районов содержание их резко увеличивается и достигает 20—30 мг/л. В странах Западной Европы (Голландия, Франция, Германия) концентрация нитратов в некоторых природных водоемах достигает еще больших значений. В Великобритании около миллиона человек потребляют питьевую воду с концентрацией нитратов свыше 50 мг/л.

В нашей стране по данным агрохимической службы число проб подземных вод (колодцы, скважины, колонки) с превышением ПДК нитратов составило в 1989 году 29,3 %, а поверхностных вод 6,6 %. Отмечается тенденция к быстрому росту содержания нитратов в подземных и открытых водоемах.

В Молдове около трети сельского населения ежесуточно потребляет с водой 250—400 мг нитратов. Если учесть, что предельно допустимое потребление нитратов для человека составляет 320 мг/сутки, то этот предел исчерпывается только потреблением воды, без учета продуктов питания.

В Московской области более 50 % индивидуальных источников водопользования из числа обследованных имели содержание нитратов, превышающее ПДК. В Ленинградской области отмечен высокий уровень содержания нитратов в открытых водоемах и грунтовых водах в районах с развитым животноводством. В обследованных озерах Карельского перешейка концентрация нитратов находилась чаще всего в пределах 5—15 мг/л.

72. Каково содержание нитратов в воде озера Байкал?

Озеро Байкал является крупнейшим хранилищем (23 трлн. м^3) пресной воды на Земле. В нем сосредоточено около 20 % мировых запасов и около 80 % запасов пресной воды нашей страны. Качество байкальской воды отвечает самым высоким требованиям, предъявляемым к питьевой воде. Каково же содержание нитратов в этой высококачественной воде?

Концентрация нитратов в воде озера Байкал составляет 0,3—0,5 мг/л. В поверхностных слоях концентрация их меньше (0,3 мг/л), а с глубиной она возрастает. На глубине 1400 м концентрация нитратов достигает 0,54 мг/л.

Средняя концентрация нитратов в водах рек, впадающих в озеро Байкал (Селенга, Верхняя Ангара, Баргузин, Турка, Снежная и др.), составляет 0,37 мг/л. В воде разных притоков

концентрация их изменяется от 0,11 до 1,87 мг/л. В течение года притоки приносят в озеро 19,2 тыс. т нитратов. Значительная часть их уносится водами Ангары, вытекающей из Байкала. Тем не менее ежегодно в водах Байкала дополнительно накапливается 10 тыс. т нитратов. В последние годы отмечается тенденция к повышению минерализации воды из-за антропогенных влияний.

МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ И СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ В РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

73. Какое количество азота усваивается растениями из удобрений?

Азот, внесенный в почву в составе минеральных удобрений, используется растениями не полностью. На интенсивность усвоения азота влияют дозы, сроки и способы внесения удобрений, а также гранулометрический состав и кислотность почвы, погодные условия и биологические особенности растений. Так, поверхностное внесение мочевины ведет к усилению потерь азота в виде аммиака. Внесение завышенных доз удобрений усиливает потери азота путем вымывания и улетучивания его в виде окислов и молекулярного азота. В среднем растения усваивают 35—45 % азота, содержащегося в минеральном удобрении.

В результате вымывания нитратов и улетучивания газообразных форм азота, образующихся вследствие денитрификации, теряется в среднем 20 % азота удобрений. В масштабах страны это составляет около 2 млн т азота, т. е. продукция каждого пятого азотно-тукового комбината расходуется на загрязнение окружающей среды.

74. Как влияют различные формы азотных удобрений на содержание нитратов в растениях?

Нитраты являются основной формой минерального питания растений. Это связано с тем, что при контакте амидных, аммиачных или аммонийных форм азота с почвой и ее микрофлорой происходит постепенное окисление их до нитратов. Скорость окисления (нитрификации) аммонийного азота, в который превращаются все другие восстановленные формы азота, резко усиливается с повышением температуры почвы. Основное количество аммонийного азота превращается в нитраты за 10—15 дней. В летний период при поливе (орошении) и под воздействием высоких температур полное окисление восстановленных форм азотных удобрений протекает за 3—5 дней. Исключение составляют восстановленные формы азотных удобрений с различными

[illegible] пленками, затрудняющими их растворение или веществами, подавляющими нитрификацию. В этом случае скорость нитрификации снижается в несколько раз и азот в аммонийной форме сохраняется 30—60 дней.

Таким образом, растения поглощают из почвы азот преимущественно в виде нитратов, независимо от того, в какой форме он вносился. Однако сразу после внесения восстановленных форм азота растения могут получать его больше в аммонийной форме, что способствует снижению содержания нитратов в растительной продукции. При внесении же азота в нитратной форме, особенно при поздних подкормках, содержание нитратов в продукции возрастает.

Важной задачей для земледельца является создание условий для сохранения азота в аммонийной форме. Как один из приемов, доступных для широкого использования, можно порекомендовать локальное (лентами, на глубину 10—12 см) внесение этих форм удобрений, что позволяет замедлить нитрификацию и продлить питание растений аммонийным азотом.

75. Какие формы азота лучше использовать для внекорневых подкормок растений?

Для листовых подкормок азотом наиболее пригодна мочевина (карбамид). В отличие от других азотных удобрений мочевина не вызывает ожогов листьев, быстро включается в состав аминокислот, не приводит к увеличению содержания нитратов в продукции. Для подкормки, особенно зерновых культур, используют 0,5—5-процентные и более высокие концентрации мочевины.

Концентрация растворов мочевины для внекорневой подкормки овощных культур составляет для огурца 0,3—0,4 %; томата 0,4—0,6 %; сельдерея 0,8—1 %; картофеля 0,8—1,6 %, капусты 0,8—1,6 %; свеклы сахарной и столовой 1,5—2 %; лука 1,6—2,5 %. Яблоню, вишню, сливу рекомендуется обрабатывать 0,6—1-процентными растворами мочевины.

76. Как влияют сроки подкормки азотом на содержание нитратов в растительной продукции?

Подкормка азотом незадолго (за 1—2 недели) до уборки урожая ведет к увеличению содержания нитратов в растительной продукции. Наоборот, чем больше срок между внесением удобрений и уборкой урожая, тем меньше нитратов содержится в растениях.

Наиболее эффективны подкормки азотом в период интенсивного роста растений. В это время азот быстро вовлекается в процесс роста и потому не накапливается в виде нитратов. При снижении интенсивности роста, вызванном старением растений или действием неблагоприятных внешних факторов, азот перестает вовлекаться в обмен веществ и накапливается в виде нитратов.

77. Какая форма азота, нитратная или аммонийная, более предпочтительна для питания растений?

На растения плохо влияет одностороннее питание как нитратным, так и аммонийным азотом. При нитратном питании усиливается потребление калия, магния, натрия и молибдена. При аммонийном питании усиливается поступление к растениям фосфора, серы и хлора, поступление же кальция, магния, натрия, молибдена, калия, бора и марганца снижается. Одностороннее питание аммонийным азотом вызывает депрессию развития и может привести к аммиачному отравлению растений, особенно в молодом возрасте (свекла, капуста и другие овощные культуры). В начале развития растений, пока их листовая поверхность небольшая и углеводов синтезируется мало, для многих видов нитратная форма является более предпочтительной, чем аммонийная. А вот картофель даже в молодом возрасте устойчив к высоким дозам аммиака, так как в его клубнях содержится большой запас углеводов, которые могут расходоваться на связывание (обезвреживание) аммиака.

Внешние факторы также оказывают влияние на эффективность использования различных форм азота. В частности, на кислых почвах растения лучше используют нитратную форму, а на нейтральных и слабощелочных — аммонийную. В общем, для нормального питания почвенный раствор должен содержать обе формы азота, причем для большинства растений лучшим условиям роста и высокой продуктивности [illegible] соотношение NO_3^- и NH_4^+ от 4 : 1 до 10 : 1.

78. Как влияют фосфорные и калийные удобрения на содержание нитратов в растениях?

Фосфор и калий наряду с азотом являются основными элементами минерального питания. Недостаток их больше всего влияет на состояние растений. При дефиците фосфора и калия затормаживается образование органического вещества в процессе фотосинтеза, в результате чего снижается расход поступившего азота на процессы роста. Это приводит к увеличению концентрации нитратного азота в органах растений. Поэтому следует избегать одностороннего преобладания минерального азота: его нужно использовать с учетом обеспеченности растений фосфором, калием и другими минеральными элементами, поддерживая между ними определенные соотношения.

Оптимальное соотношение основных минеральных элементов зависит от содержания доступных форм того или иного элемента в почве, а также выноса питательных веществ урожаем, коэффициента усвоения минеральных элементов и других факторов. Например, для формирования 100 кг хозяйственно ценной продукции растения потребляют из почвы следующее количество основных минеральных элементов: картофель 500—600 г азота (N),

150—200 г фосфора (P_2O_5), 700—900 г калия (K_2O); капуста ранняя (соответственно) 300—400, 100—150, 350—500; сахарная свекла 500—600, 150—200, 600—1000; томат 300—500, 100—150, 350—500; огурец 220, 110, 470.

На большинстве дерново-подзолистых и торфяных почв фосфорных и калийных удобрений (по действующему веществу) следует вносить не меньше, чем азотных. Необходимо учесть, что при известковании кислых почв дозы калия целесообразно увеличить, так как повышение содержания кальция в почве тормозит поглощение калия. Такие культуры, как картофель, свекла и многие другие овощи, нуждаются в большем количестве калия, чем зерновые, бобовые и травы.

79. Как влияют микроэлементы на содержание нитратов в растениях?

Микроэлементы выполняют важные функции в жизни растений и оказывают многообразное действие на превращение нитратов. Снижение обеспеченности растений микроэлементами тормозит включение нитратного азота в обмен веществ. В превращении нитратов в аммоний участвует ряд ферментов, в состав которых входят молибден, железо, медь, марганец. Ключевую роль в цепи восстановления нитратов играет фермент нитратредуктаза, в состав которого входит молибден.

При дефиците молибдена, особенно на кислых и легких почвах, нитраты восстанавливаются медленно, поэтому азот не включается в обмен веществ и растения испытывают азотное голодание при избытке нитратного азота, который накапливается в их тканях в большом количестве.

80. Какое количество микроэлементов содержится в растениях?

Общая масса микроэлементов в золе составляет около 1 %. В сухой массе растений на микроэлементы приходятся тысячные и даже стотысячные доли процента. В 1 кг сухой массы содержится бора 1—50; меди 5—30; марганца 5—20; цинка 15—100; молибдена 0,5—10; кобальта 0,02—1 мг.

Избыточным является следующее содержание микроэлементов в листьях (мг/кг сухой массы): бор 50—200; медь 20—100; марганец 300—500; цинк 100—400; молибден 10—50; кобальт 15—50.

С урожаем различных культур с 1 га выносится бора 20—100; меди 10—150; марганца 1000—4500; цинка 100—2500; молибдена 1—20 г; кобальта 0,5—5 г.

81. На каких почвах сильнее проявляется недостаток микроэлементов?

По материалам агрохимических обследований почв в России недостаточная обеспеченность бором проявляется на 53 %, цинком на 96 %, марганцем на 50 %, молибденом на 80 %, медью на 41 % и кобальтом на 82 % обследованных земель.

Ухудшение обеспеченности растений микроэлементами может быть связано с внесением повышенных доз азота, фосфора и калия, которое затрудняет поглощение растениями некоторых микроэлементов. Кроме того, повышение урожайности сельскохозяйственных культур усиливает потребность в микроэлементах и увеличивает их вынос из почвы. Важную роль в стимуляции физиологических процессов, снижении заболеваемости растений и устойчивости их к неблагоприятным внешним факторам (засуха, переувлажнение, перегрев и др.), а также в уменьшении накопления нитратов играют микроудобрения, содержащие различные микроэлементы.

Эффективность бора наиболее отчетливо проявляется на песчаных, супесчаных, торфяных и сильно произвесткованных почвах; молибдена — на кислых дерново-подзолистых и серых лесных почвах; меди — на осушенных торфяных и дерново-подзолистых почвах; цинка — на карбонатных и зафосфаченных (имеющих содержание усвояемого фосфора выше оптимального) почвах; кобальта — на дерново-подзолистых, торфяных и серых лесных почвах; железа и марганца — на карбонатных и сильно произвесткованных почвах

82. Как обеспечить овощные растения микроэлементами?

Обеспечение овощных растений микроэлементами осуществляется путем предпосевной обработки семян, листовой подкормки или внесения их в почву.

При предпосевной обработке почвы на 100 $м^2$ пахотного поля вносят борной кислоты 20—40 г, молибденовокислого аммония 10—20 г, сульфата цинка 60—100 г, сульфата меди 40—80 г, сульфата марганца 150—200 г, хлористого кобальта 10—15 г.

Предпосевную обработку семян проводят путем их опудривания, опрыскивания или замачивания. Для листовых подкормок чаще всего используют 0,01—0,05-процентные растворы микроэлементов. Такие подкормки могут иметь существенное значение при появлении у растений внешних признаков нехватки отдельных микроэлементов или в определенные моменты вегетации, когда действие того или иного микроэлемента наиболее эффективно: бора — в период бутонизации, молибдена — при закладке клубеньков у бобовых растений.

При изготовлении торфяной питательной смеси на 1 $м^3$ торфа добавляют борной кислоты 1—2 г, молибденовокислого аммония 0,5 г, сульфата цинка 0,5—1 г, сульфата меди 0,2—0,5, сульфата марганца 1—1,5 г.

Следует помнить, что если недостаток микроэлементов в почве снижает величину и качество урожая, то избыточное внесение их отрицательно влияет на здоровье человека и животных, регулярно использующих растительные продукты с высоким содержанием того или иного микроэлемента. Некоторые микроэлементы (медь, цинк, молибден) являются тяжелыми металлами, избыток которых особенно вреден для организма. Так, при постоянном или длительном использовании в качестве корма растений, содержащих более 10—20 мг молибдена на 1 кг их сухой массы, у животных развивается токсикоз, у человека — эпидемическая молибденовая подагра.

53. Как влияет использование органических удобрений на содержание нитратов в растительной продукции?

Ошибочным является мнение, что при использовании только органических удобрений (навоза, торфа, компостов) нитраты в растениях не накапливаются. Выяснено, что при внесении высоких доз навоза и других органических удобрений в растения поступает большое количество азота, в том числе в виде нитратов, который точно так же, как и при внесении минерального азота, накапливается в растениях.

Однако органические удобрения, в отличие от минеральных, освобождают питательные вещества постепенно, не создавая их высоких концентраций. Поэтому при внесении одинаковых доз азота в составе органических и в составе минеральных удобрений содержание нитратов в продукции будет меньше при внесении органических удобрений.

Высвобождение из органических удобрений азота, доступного для питания растений, зависит от ряда внешних факторов, особенно от температуры и влажности почвы. В первый период вегетации, когда средние суточные температуры еще низкие, минерализация органического вещества протекает медленно. Растения в этих условиях могут испытывать нехватку азота. Позже, в период интенсивной минерализации органического вещества и быстрого роста растений, в их тканях, как правило, не накапливается избыточного количества нитратов, так как поступивший азот включается в обмен веществ.

В третий период, когда рост затормаживается и потребность растений в азоте снижается, в их вегетативных органах может образоваться избыток нитратов. Особенно много их может накапливаться у скороспелых сортов в конце вегетации, когда интенсивность минерализации органического вещества еще высокая, а поступающие нитраты медленно восстанавливаются до аммиака и не вовлекаются в обмен веществ.

84. Какое количество азота содержится в органических удобрениях?

Азот содержится в органических удобрениях в следующих количествах (на 1 т): навоз полуперепревший — 5 кг, торф низинный — 10,5 кг, торф верховой — 3,5 кг, фекалии — 6,7 кг, куриный помет влажный — 22 кг, куриный помет сухой — 50 кг, зеленая масса люпина — 4,5 кг, сапропель — около 2 кг.

В органических удобрениях содержатся и другие минеральные элементы, обеспечивающие полноценное питание растений и смягчающие одностороннее воздействие отдельных минеральных удобрений. Например, в 1 т полуперепревшего навоза содержится фосфора (P_2O_5) 2,5 кг, калия (K_2O) 6 кг, кальция (CaO) 7 кг, бора 4 г, молибдена 0,5 г, цинка 20 г, меди 3 г.

Следует учитывать, что значительная часть азота и других питательных элементов становится доступной для растений только после минерализации органического вещества. В первый год растения потребляют из навоза 20—25 % азота, 20—30 % фосфора и 50—60 % калия (использование азота из навоза в последующие годы незначительно). Интенсивность поглощения питательных веществ из органических удобрений зависит от биологических и физико-химических свойств почвы, особенно от ее температуры и влажности, а также от биологических особенностей выращиваемой культуры.

85. Как правильно применять органические удобрения?

Чтобы использование органических удобрений было эффективным, необходимо установить оптимальную дозу их с учетом планируемой урожайности и степени окультуренности почвы. На бедных почвах, особенно песчаных и супесчаных, органических удобрений следует вносить в 1,5—2 раза больше, чем на хорошо окультуренных почвах. При недостатке органических удобрений их вносят в рядки и лунки, таким образом при небольшом расходе органики можно получить хороший урожай.

Чаще всего навоз вносят в следующих дозах (кг/м²): картофель 3—6, капуста белокочанная 4—6, капуста цветная 3—4; огурец 6—8. Следует учитывать реакцию растения на внесение различных видов органических удобрений. Так, по свежему навозу можно сажать капусту белокочанную, огурец, кабачок, тыкву, шпинат. На второй год после внесения навоза лучше растут томат, лук, морковь, редис, репа, редька. Внесение свежего навоза под культуры второй группы усиливает повреждение их некоторыми болезнями, задерживает формирование и созревание урожая, а также ухудшает его качество. Свежий навоз и торф (по 2—5 кг/м²) лучше вносить под предшествующую культуру. Вместе с тем эти культуры положительно реагируют на внесение хорошо перепревших органических удобрений (перегноя) в количестве 2—3 кг/м².

При внесении навоза и компостов на его основе важно быстро (1—2 часа) заделать их в почву на глубину 10—20 см. Это предохраняет удобрения от потерь азота (аммиака), высыхания органического вещества и гибели полезной микрофлоры.

86. Как проявляется совместное влияние минеральных и органических удобрений на содержание нитратов в продукции?

Сочетание минеральных и органических удобрений является эффективным средством снижения содержания нитратов в растительной продукции. И те и другие удобрения имеют свои преимущества и недостатки. Так, значительная часть питательных веществ, содержащихся в органических удобрениях, становится доступной растениям только после их минерализации. При низких температурах и сухости почвы минерализация протекает медленно и растения испытывают нехватку питательных веществ. Использование только минеральных удобрений может значительно повысить концентрацию нитратов в почвенной влаге и тем самым ухудшить физико-химические и биологические свойства почвы. В этих условиях может происходить несбалансированное поступление азота к растениям, что ведет к избыточному накоплению его в их тканях и органах.

Совместное применение минеральных и органических удобрений обеспечивает более полное и равномерное питание растений на протяжении всего периода вегетации. В этих условиях усиливается фотосинтез и рост растений, что обеспечивает активное вовлечение азота в обмен веществ и снижает возможность накопления нитратов.

87. Как уменьшить поступление азота к растениям из органических почв?

При выращивании растений на торфяных почвах, компостах или при внесении большого количества навоза в их тканях даже без внесения азотных удобрений может накапливаться избыток нитратов. Особенно обостряется ситуация при теплой погоде и хорошем увлажнении почвы, благоприятствующих минерализации органического вещества.

Поэтому при выращивании некоторых овощных культур, особенно не нуждающихся в большом количестве минерального азота (например, лук на перо), следует дополнительно вносить в почву солому, нейтрализованный лигнин, опилки лиственных деревьев и другие растительные материалы с низким содержанием азота, способные поглощать часть минерализованного азота. Это предотвращает накопление избыточных количеств нитратов в растительной продукции. Одновременно снижаются (на 30—40 %) потери азота от денитрификации и вымывания.

88. Как влияет кислотность почвы на физиологические процессы и содержание нитратов в растениях?

Действие повышенной кислотности почвы на растения может проявляться прямо и косвенно. Ее прямое действие выражается в нарушении проницаемости мембран клеток корней, в подкислении содержимого клеток, ухудшении поступления питательных элементов к растениям и усвоения ими минеральных удобрений. В этих условиях в корнях нарушается также синтез аминокислот, фитогормонов и других физиологически активных соединений, играющих важную роль в функционировании надземных органов. Интенсивность восстановления нитратов до аммиака также снижается.

Косвенное воздействие низкой кислотности на растения проявляется в нарушении структуры, аэрации и водопоглощения почвы, усилении подвижности токсичных ионов (алюминия, железа, марганца) и подавлении активности полезной микрофлоры.

О необходимости известкования почвы свидетельствует появление сорной растительности — щавелька, лютика, белоуса, щучки, осоки, ситника, кошачьей лапки, иван-да-марьи, подорожника и других растений, хорошо чувствующих себя на кислых почвах. Разрастание крапивы, клевера, лебеды, мать-и-мачехи свидетельствует о слабокислой реакции среды. Косвенную оценку кислотности почвы можно дать также по ее внешнему виду. Так, сильнокислые почвы имеют белесый оттенок. Более точно потребность почв в известковании устанавливается на основе агрохимических анализов.

Большинство видов сельскохозяйственных растений более чувствительно к повышенной кислотности почвы в молодом возрасте. Позже их устойчивость к закисленности почв возрастает, но величина и качество урожая снижаются. Поэтому, когда извести мало и невозможно произвестковать весь пахотный слой почвы, ее вносят в зону корней. Это улучшает развитие проростков.

Кислая реакция почвенной среды способствует накоплению нитратов в растениях. Это связано с торможением поступления к ним ряда минеральных элементов, особенно молибдена, участвующих в превращении нитратов. Другие элементы (алюминий, железо, марганец) активно поступают к растениям, отрицательно влияя на физиологические процессы (фотосинтез, передвижение углеводов, поглощение минеральных веществ), что тормозит развитие растений и включение нитратов в обмен веществ.

89. Как влияет известкование почвы на содержание нитратов в растениях?

Известкование почвы улучшает условия жизнедеятельности растений, в результате чего усиливается их рост и ускоряется использование нитратов в обмене веществ. Вместе с тем из-

4*

...кование почвы усиливает поступление нитратов к растениям, но тормозит поступление к ним ионов калия. Поэтому при известковании почвы полными дозами извести следует улучшать ее калийное питание, а также вносить микроудобрения, содержащие бор. На легких почвах необходимо следить за обеспеченностью растений магнием, если его содержание в почве и известковых удобрениях низкое.

90. Какая кислотность почвы оптимальна для основных огородных культур?

По отношению к кислотности почвы и по потребности в известковании культурные растения делятся на несколько групп: I группа — растения, не переносящие кислых почв и требующие для своего развития нейтральной или слабощелочной реакции среды (pH 6,5—7,2): свекла, капуста белокочанная. Они наиболее сильно реагируют на известкование даже на слабокислых почвах.

II группа — растения, чувствительные к повышенной кислотности. Им нужны почвы, имеющие реакцию близкую к нейтральной (pH 5,7—6,2), они хорошо реагируют на известкование кислых почв и дают высокие урожаи при pH до 7,0. К этой группе относятся: фасоль, горох, бобы, лук, салат, чеснок, сельдерей, пастернак, шпинат, капуста цветная, кабачок, из плодово-ягодных смородина, яблоня, слива, вишня.

III группа — растения, слабочувствительные к повышенной кислотности почвы: томат, редис, морковь, репа, редька, петрушка, огурец, тыква, малина. Эти культуры переносят значительные колебания кислотности почвы, но наиболее благоприятна для них слабокислая реакция (pH 5,3—5,7). Они хорошо отзываются на известкование и не снижают урожай при pH до 6,0—6,5.

IV группа — растения малочувствительные к кислотности почвы. Высокие урожаи формируются на почвах с pH 5,0—6,0. К этой группе относятся картофель, лен и люпин.

91. Каковы причины подкисления почвы?

Основные причины подкисления почвы следующие:

1) вымывание кальция и магния из пахотного слоя. Особенно усиливается этот процесс при внесении азотных и калийных удобрений. В Нечерноземной зоне России за год вымывается 100—200 кг/га $CaCO_3$ и $MgCO_3$. На легких почвах после внесения извести кальция и магния может вымываться значительно больше;

2) вынос кальция и магния урожаем. У овощных культур и картофеля вынос этих элементов составляет 50—200 кг/га. Особенно много их выносит капуста (300 кг/га и более, в зависимости от урожая);

3) выделение корневой системой ионов водорода и органических кислот, подкисляющих почву;

4) подкисляющее воздействие минеральных удобрений на почвенную влагу. Это связано с тем, что многие удобрения являются физиологически кислыми. Известь ($CaCO_3$), необходимая для нейтрализации подкисляющего действия 100 кг минеральных удобрений, вносится в следующих дозах (кг): хлористый аммоний — 140, сульфат аммония — 125, мочевина — 80, аммиачная селитра — 75, аммофос — 65, суперфосфат — 10—20, калийные удобрения (хлористый калий, калийная соль) — 16;

5) подкисляющее действие кислотных дождей. Для нейтрализации его необходимо дополнительно вносить в почву десятки и даже сотни килограммов извести ежегодно, особенно вблизи промышленных центров.

92. Сколько извести нужно вносить на кислых почвах?

При определении доз извести следует учитывать исходную кислотность почвы, содержание в ней гумуса и другие ее агрохимические свойства, а также биологические особенности растений, которые планируется выращивать.

Под большинство сельскохозяйственных культур следует вносить полную норму извести. Полная норма — это такое количество извести, внесение которой создает близкую к нейтральной кислотность почвы (pH около 6,0). При такой кислотности минеральные элементы находятся в почве в наиболее доступном для растений состоянии, кроме того активизируются полезные микробиологические процессы, происходящие в почве, и улучшаются ее физико-химические характеристики.

Вместе с тем, как уже отмечалось, дозу извести необходимо корректировать в зависимости от биологических особенностей растений и их реакции на известкование. Под одни культуры (картофель, томаты, редис, репу) вносят 50—75 % полной нормы извести, которую рассчитывают исходя из гидролитической кислотности почвы. Для других культур, потребность которых в извести больше, норму можно увеличить на 25—50 %.

Оптимальная кислотность торфяных почв для большинства овощных культур должна быть в пределах 5,0.

Приведем дозы извести для дерновых и дерново-подзолистых почв (кг/100 м^2 в пересчете на 100 % $CaCO_3$), создающее оптимальные значения кислотности почвы для большинства сельскохозяйственных культур:

Почвы	Кислотность почвы, $pH_{сол}$		
	4,1—4,5	4,6—5,0	5,1—5,5
Песчаные	30—40	15—25	10—15
Супесчаные	35—55	20—30	15—20
Легкосуглинистые	45—65	30—40	25—30
Среднесуглинистые	55—80	40—50	35—40
Тяжелосуглинистые	65—90	50—60	45—50

Следует помнить, что эффект известкования сильнее проявляется не в том году, когда вносится известь, а через 2—3 года после ее внесения. Поддерживающее известкование следует проводить раз в 2—3 года, внося по 10—20 кг извести на 100 м². При недостатке извести ее вносят в рядки при посеве или в лунки при высаживании рассады, что позволяет при небольшом расходе извести заметно снизить кислотность почвы в зоне корней.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ В РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

93. Что такое биологическое земледелие?

Биологическое (или альтернативное) земледелие — это система агробиологических приёмов, позволяющая отказаться от применения минеральных удобрений и других химических средств или ограничить их использование при выращивании сельскохозяйственных культур. Альтернативные способы выращивания во многом отличны от традиционных, где широко используются химические вещества.

Особое внимание в системе агробиологических приемов альтернативного земледелия уделяется сокращению применения минерального азота. Следует отметить, что для промышленного производства азотных удобрений требуются дорогостоящие заводы и использование огромных количеств энергии. В странах с развитым сельским хозяйством около 25 % всей потребляемой на нужды сельского хозяйства энергии расходуется на производство азотных удобрений. При производстве 1 т минерального азота затрачивается 2—3 т нефти или еще большее количество каменного угля.

Одним из приемов биологического земледелия, использующимся для уменьшения доз минерального азота, повышения продуктивности растений и улучшения качества урожая, является усиление биологической фиксации атмосферного азота.

94. Что такое биологическая азотфиксация?

Биологическая азотфиксация — это усвоение некоторыми микроорганизмами молекулярного азота и перевод его в органические соединения. Биологическая фиксация атмосферного азота протекает в «мягких» условиях, т. е. при обычном давлении и обычной температуре, с участием ферментов и при использовании продуктов фотосинтеза как источника энергии для синтеза аммиака.

Наибольшее значение для земледелия имеют клубеньковые бактерии, живущие в клубеньках на корнях бобовых растений. В среднем по размерам клубеньке насчитываются десятки и

сотни миллионов клубеньковых бактерий (бактероидов), основная функция которых связывание молекулярного азота и восстановление его до аммиака. В последние годы все шире раскрывается роль в природе и земледелии азотфиксирующих бактерий. Они используются при создании бактериальных удобрений.

95. Что такое бактериальные удобрения?

Бактериальные удобрения — субстрат (торф, лигнин, почва и т. п.), содержащий полезные для сельскохозяйственных растений микроорганизмы. Бактериальные удобрения способствуют улучшению минерального питания растений, обеспечению их биологически активными веществами (витаминами, ауксинами, цитокининами и др.), оказывающими регулирующее (стимулирующее) действие на рост, развитие, фотосинтез и другие процессы. Некоторые бактериальные удобрения подавляют жизнедеятельность болезнетворных микроорганизмов, выделяя антибиотики и защищая растения от инфекций.

Все шире начинает использоваться способность некоторых бактерий разрушать накапливающиеся в почве пестициды. Созданные на их основе препараты (например, агрофор, бацифор) не только разрушают пестициды, но и оказывают стимулирующее воздействие на физиологические процессы, повышая урожай.

Однако основное значение многих бактериальных удобрений связано с их способностью улучшать азотное питание растений.

96. Как влияет биологический азот на содержание нитратов в растениях?

В ходе биологической азотфиксации происходит восстановление молекулярного азота до аммиака, который быстро включается в состав аминокислот, амидов, белков и других азотсодержащих соединений. Поэтому растения, активно использующие биологический азот, имеют низкое содержание нитратов. Использование высоких доз минерального азота подавляет азотфиксирующую активность бактерий. Это способствует накоплению в тканях растений избыточных концентраций нитратов.

97. Как широко применяются препараты клубеньковых бактерий для обработки семян бобовых растений?

Для обработки одной гектарной нормы семян гороха, люпина, бобов, фасоли и других бобовых культур расходуется 200—300 г ризоторфина — торфяного препарата клубеньковых бактерий. В 1 г его содержится от 2 до 10 миллиардов клеток клубеньковых бактерий. В нашей стране изготавливается 4—5 миллионов гек-

гарных порций ризоторфина. Это позволяет обработать около 20 % всех посевов бобовых культур и сберечь около 1 млн т азотных удобрений.

В странах с развитым земледелием препаратами клубеньковых бактерий обрабатывается 70–80 % посевов бобовых культур. Этот прием, снижающий расход минерального азота и одновременно повышающий продуктивность растений и содержание в них белка, обязательно используется в большинстве фермерских хозяйств.

За счет клубеньковых бактерий бобовые растения могут обеспечиваться азотом на 60–85 %. Прибавка урожая от применения ризоторфина составляет 1–2 ц/га зерна гороха и люпина, 2–4 ц/га зерна сои, 80–100 ц/га зеленой массы бобовых культур и 6–12 ц/га сена клевера и люцерны. На почвах, содержащих мало специфичных клубеньковых бактерий, дополнительный сбор урожая от применения ризоторфина увеличивается в 1,5–2 раза. Возрастает также содержание белка в зеленой массе и зерне. Плодородие почв повышается. Минеральные азотные удобрения при использовании препаратов, содержащих эффективные штаммы клубеньковых бактерий, не применяются или доза их ограничена и составляет 20–30 % нормы.

98. Какие бактериальные препараты используются под небобовые культуры?

В научно-исследовательском институте сельскохозяйственной микробиологии (город Пушкин) создан ряд уникальных биологических препаратов для обработки семян, клубней, рассады, черенков и другого посадочного материала эффективными штаммами бактерий, относящихся к различным систематическим группам (агробактериум, азотобактер, артробактер, энтеробактер, флавобактериум, азоспириллы и др.)

На их основе выпускаются следующие бактериальные препараты для сельскохозяйственных культур открытого и защищенного грунта: агрофил (все овощные культуры, в том числе защищенного грунта), азоризин, ризоагрин, ризоэнтерин, флавобактерин (овощи открытого грунта, сахарная свекла, картофель), мизорин (картофель, томаты) и другие препараты, которые находят все более широкое применение в сельском хозяйстве.

Основным наполнителем (субстратом) этих бактериальных препаратов является простерилизованный торф, имеющий влажность 45—55 %, со специальными органическими и минеральными добавками, обеспечивающими оптимальные условия для роста и размножения определенных бактерий. В 1 г торфяного препарата содержится 5–10 миллиардов клеток активного штамма бактерий.

При обработке семян, клубней или рассады на корнях растений происходит быстрое увеличение численности нанесенных бактерий. При благоприятных условиях этот прием может заменить действие 40—70 кг минерального азота на гектаре посева. Это

позволяет вносить меньше минерального азота и тем самым снизить загрязнение окружающей среды окислами азота, а растительной продукции — нитратами.

Все названные микробиологические препараты являются экологически чистыми, не требуют специальных мер предосторожности при обращении с ними, безопасны для человека и животных. Превышение дозировки при обработке этими препаратами растительного материала или при внесении их в торфяные горшочки и почву не приносит вреда растениям и почвенным организмам. Планируемый расход препаратов на гектарную норму составляет: семена — 300 г, картофель при обработке клубней — [illegible] г, рассады капусты, томатов [illegible] — по 600—900 г

99. Какова роль бобовых культур в повышении плодородия почв?

Роль бобовых растений в повышении плодородия почв заключается в том, что они обладают способностью связывать молекулярный азот и накапливать его в почве. За вегетационный период зерновые бобовые (люпин, горох, фасоль, бобы, соя и др.) связывают 60—120 кг/га молекулярного азота, бобовые травы (клевер, люцерна и другие) 150—250 кг/га и больше. Кроме того, после уборки бобовых культур в почве остается много органического вещества (корни, листовой опад), в несколько раз больше, чем после уборки других культур.

Периодическое выращивание бобовых растений после картофеля, капусты и других культур, под которые вносятся высокие дозы минерального азота, позволяет оздоровить почву, предохранить грунтовые воды от загрязнения нитратами. Заделанная в почву зеленая масса бобовых культур, особенно люпина, повышает плодородие почвы и является хорошим заменителем навоза. Этот прием наиболее эффективен на песчаных и супесчаных почвах.

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ В РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ И ПРИРОДНЫХ ВОДАХ

100. Какие приемы используются для снижения содержания нитратов в растительной продукции?

Можно выделить несколько основных способов снижения содержания нитратов в растительной продукции, которые применяются как порознь, так и в комплексе. Вот эти способы: агрономический (агротехника, агрохимия, подбор сортов), селекционно-генетический (выведение сортов, не накапливающих большого количества нитратов в хозяйственно ценной части продукции), технологический

(хранение, переработка растительной продукции), кулинарно-технологический (приготовление пищи), санитарно-гигиенический (контроль за содержанием нитратов в потребляемой продукции, снижение токсичности нитратов) и др. Однако не все они в одинаковой степени просты и доступны для использования.

Приводим обобщенный перечень приемов, наиболее доступных для огородников и фермеров и позволяющих заметно снизить содержание нитратов в растительной продукции.

1. Избегать внесения в почву избыточных доз азотных удобрений: это не всегда приводит к повышению урожая, но часто ухудшает качество продукции.

2. Не вносить всю дозу удобрений, особенно под овощные культуры, в один прием. Проводить дробное внесение азотных удобрений (в 2—3 приема), что позволяет повысить коэффициент использования азотных удобрений, увеличить урожай и одновременно снизить содержание нитратов в продукции.

3. Дозу азотных удобрений устанавливать с учетом дозы фосфорных и калийных удобрений. На легких дерново-подзолистых и осушенных торфяных почвах доза фосфорных удобрений должна быть примерно такой же, а доза калийных в 1,3—1,5 раза больше, чем азотных.

4. Не проводить поздние азотные подкормки. Последнюю азотную подкормку овощных культур и картофеля проводить не позднее чем за месяц-полтора до уборки. Под огурцы вносить азотные удобрения небольшими дозами после очередного съема плодов. Следует иметь в виду, что при снижении интенсивности роста и отмирании листьев потребность растений в азоте падает. Листовую подкормку растений лучше проводить мочевиной.

5. Использовать локальный (в рядки и гнезда) способ внесения аммонийных и амидных форм азотных удобрений (сульфат аммония, мочевина). При этом заметно снижаются потери азота, а расход азотных удобрений на 25—30 % меньше, чем при разбрасывании удобрений.

Уменьшение контакта локально внесенных удобрений с почвой позволяет затормозить нитрификацию на 3—5 недель и тем самым значительно продлить потребление растениями аммонийного азота. Содержание нитратов при очаговом внесении этих форм азота снижается у многих овощных культур на 10—50 % при таком же или даже более высоком урожае.

6. Следить за обеспеченностью растений микроэлементами. На кислых почвах (pH ниже 5,0) и при использовании нитратных форм удобрений особенно важно обеспечить растения молибденом. От обеспеченности этим элементом зависит активность фермента нитратредуктазы, выполняющего ключевую роль в цепи восстановления нитратов до аммония.

7. Сочетать минеральные и органические удобрения, что позволяет создать оптимальные условия для азотного питания растений на протяжении всего периода вегетации.

8. Шире использовать выращивание бобовых культур с целью получения органической массы для заделки ее в почву. Глубоко про-

никающие корни люпина, клевера, люцерны очищают нижние слои почвы, граничащие с грунтовыми водами, от просочившихся туда нитратов и обогащают пахотный слой азотом без внесения азотных удобрений.

9. Всемерно усиливать биологическую азотфиксацию. С этой целью бобовые, овощные и картофель обрабатывать бактериальными препаратами, позволяющими уменьшить расход азотных удобрений, повысить продуктивность растений и снизить содержание в них нитратов.

10. Использовать комплекс агрономических и агротехнических приемов (оптимальные нормы высева семян, подбор соотношения удобрений, известкование, рыхление, полив, мульчирование почвы, окучивание растений, борьба с сорняками), что создает благоприятные условия для жизнедеятельности растений и снижает содержание в них нитратов.

11. Стараться ослабить действие факторов, снижающих интенсивность фотосинтеза (засуха, недостаток освещения, неблагоприятная кислотность почвы, дефицит фосфора, калия, молибдена и др.), помня, что они не только уменьшают продуктивность растений, но и ведут к накоплению в них нитратов.

12. Соблюдать определенные условия при уборе урожая и помнить, что

— уборку листовых овощей и огурца следует проводить днем или вечером, так как в это время содержание в них нитратов меньше, чем утром;

— в зрелой продукции содержится на 30—40 % нитратов меньше, чем в незрелой;

— молодые растения содержат нитратов больше, чем старые;

— уборку урожая нужно проводить как можно позднее, если сдвиг сроков уборки не отражается отрицательно на других показателях качества продукции;

— сорта растений с продолжительным периодом вегетации накапливают нитратов меньше, чем скороспелые сорта;

— при недостаточности освещения следует применять более низкие дозы минерального азота;

— в условиях защищенного грунта перед уборкой урожая, особенно листовых овощей, нужно создавать дополнительное освещение, способствующее снижению содержания нитратов в продукции.

101. Какие мероприятия следует проводить для снижения содержания нитратов в водоемах?

С целью снижения содержания нитратов в открытых водоемах и грунтовых водах (колодцах, родниках, ключах) не следует вносить большие дозы азотных удобрений на снег, замерзшую почву, а также осенью, особенно на легких почвах. Вблизи водоемов нужно ограничить использование минерального азота. Для пред-

отвращения вымывания нитратов полезно выращивать возле них плотный травяной покров с густой корневой системой.

Водоохранные мероприятия следует проводить не только в зоне расположения конкретного источника питьевой воды, но и на сопредельных территориях, где может формироваться водоносный горизонт.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Вендило Г. Г., Петриченок В. Н. Удобрение овощных и бахчевых культур на приусадебном участке. - М.: Агропромиздат, 1990. — 159 с.

2. Загрязнение воздуха и жизнь растений. — Л.: Гидрометеоиздат, 1988. — 534 с.

3. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. — М.: Гидрометеоиздат, 1984. — 560 с.

4. Кретович В. Л. Усвоение и метаболизм азота у растений. — М.: Наука, 1987. — 487 с.

5. Минеев В. Г. Химизация земледелия и природная среда. — М.: Агропромиздат, 1990. — 287 с.

6. Оношко М. Н. Накопление нитратов некоторыми дикорастущими лекарственными растениями Белоруссии//Докл. АН БССР. — 1989. — № 1. — С. 79—82.

7. Пругар Я., Пругарова А. Избыточный азот в овощах. — М.: Агропромиздат, 1990. — 127 с.

8. Скурихин И. М., Нечаев А. П. Все о пище с точки зрения химика. — М.: Высшая школа, 1991. — 288 с.

9. Соколов О. А. Практические советы по снижению содержания нитратов в продуктах питания. — Пущино: 1991. — 45 с.

10. Соколов О. А., Семенов В. М., Агаев В. А. Нитраты в окружающей среде. — Пущино: 1990. — 316 с.

11. Тиво П. Ф., Саскевич Л. А. Нитраты: слухи и реальность. — Минск: 1990. — 151 с.

12. Хорват Л. Кислотный дождь. — М.: Стройиздат, 1990. — 80 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Садовая библиотека

Воробейков Геннадий Александрович

НИТРАТЫ ВОКРУГ НАС

Редактор И. И. Татуйко.
Художник Г. Б. Бурмистров.
Художественный редактор Б. А. Бураков.
Технический редактор Н. Ф. Грачева.
Корректор Л. Б. Лаврова

Н/К

Сдано в набор 19.03.92 г. Подписано в печать 25.05.92 г. Формат 84×108 1/32. Бумага книжная. Литературная гарнитура. Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,36. Усл. кр.-отт. 3,68. Уч.-изд. л. 4. Тираж 100 000 экз. (1-й завод 1—50 000 экз.) Индекс ПЛ-123. Заказ № 159.
Гидрометеоиздат. 199397. Санкт-Петербург, ул. Беринга, д. 38.

Санкт-Петербургская картографическая фабрика ВСЕГЕИ
199178, Санкт-Петербург, Средний пр., 72

САДОВАЯ БИБЛИОТЕКА

В 1992 году Гидрометеоиздат предполагает издать в этой серии следующие брошюры:

Штейнберг П. Н. **Огород и сад любителя.** Огород.

Штейнберг П. Н. **Огород и сад любителя.** Плодовый сад.

Лебедева В. А. **Витамины с окошка.**

Гидрометеоиздат 1992

САДОВАЯ БИБЛИОТЕКА

В 1993 г. Гидрометеоиздат предполагает издать в этой серии следующие брошюры:

Лебедева В. А.	ВИТАМИНЫ С ОКОШКА *5 а. л.*
Штейнберг П. Н.	ОГОРОД И САД ЛЮБИТЕЛЯ *Ч. 1. Огород. 6 а. л.*
Алексеев Р. Н. Берсон Г. З.	КОРНЕПЛОДЫ *(морковь, свекла, петрушка, пастернак, редис, редька, репа, брюква, сельдерей, скорценер, овсяный корень). 3,0 а. л.*
Алексеев Р. Н. Берсон Г. З.	ПАСЛЕНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ *(томат, перец, баклажан, физалис). 2,0 а. л.*







PHOTOS BY ANDREY G AKA DONUT190